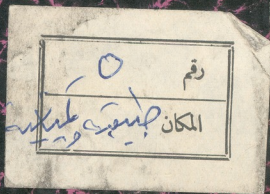


Rare.  
Closth.  
530  
K118  
V.1











# الجزء الاول

من

النزهة العقلية في الطبيعة الطبية

---

تأليف

حضرة الدكتور محمد كامل كنفراوى

مدرس علم الطبيعة بـ مدرسة الطب

---

قررت نظارة المعارف العمومية بتاريخ ٧ يولييه سنة ١٨٩٥ غرة ٤٦١  
لزوم طبع هذا الكتاب على نفقتها وتدريبه بالمدارس الاميرية

(حقوق الطبع محفوظة للنظارة)

( الطبعة الاولى )

بـ الكبرى الاميرية بيولاى مصر المحمية

سنة ١٨٩٥

افرنجيه



## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي جعل هذه الكائنات دليلا على وجوده وكمال قدرته ونخص ما شاء بما شاء على مقتضى علمه وحكمته فلا يتحرك ساكن ولا يسكن متحرك الا بمشيئته وفي كل شيء له آية تدل على أنه الواحد ومن آياته الباهرة أن آثار الروح فينا ظاهرة ولم نهد الى معرفة ذاتها وانما عرفناها بصفتها فان بها تحريك أبداننا في أعمالنا ولا سبيل الى انكارها مع مشاهدة آثارها فالروح فينا ولم ندرك حقيقة لها \* فكيف ندرك ذات الواحد الصمد

وصنعه المحكم التدبير دل على \* وجوده كدليل الروح في الجسد فحمدته على ما أنعم ونشكره علما ما لم نكن نعلم وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم (أما بعد) فيقول راجي غفر المسأوى الدكتور محمد كامل الكفراوى لما كان تطبيق الظواهر الطبيعية على الاعضاء من القوانين التي تحتاج اليها الاطباء في استعمال آلاتها للتشخيص والعلاج والاستدلال بها على حالة وظائف الاعضاء والمزاج وكنت من مدرسى هذا العلم بمدرسة الطب المصرية ولم أجده فيه كتابا وافيا شتملا على الاستكشافات الحالية توكلت على الكبريم الوهاب وبذلت جهدي في تأليف هذا الكتاب وسميته (النزهة العقلية في الطبيعة الطبية) نفع الله به القاصي والداني في ظل ساحة أفندينا \* عباس باشا حلى الثاني \* ووقفه ورجال دولته الكرام لما فيه الاصلاح العام انه ولى الانعام

الدكتور محمد كامل  
الكفراوى

## الجزء الاول

### من النزهة العقلية في الطبيعة الطبيعية

#### تعريف الطبيعة

الطبيعة عند المتقدمين هي الظواهر الطبيعية كالامطار والصواعق والزوابع ونحوها وأما عند علماء هذا الزمان فهي القوى الطبيعية والظواهر الناتجة من تأثير تلك القوى في جميع الاجسام والزائلة عند زوال القوى المولدة لها والاسباب التي لاتحدث تغييرا ما في تركيب الجسم

وأما التي لاتزول عند زوال القوى المولدة لها مع تغير في تركيب الجسم فهي من خواص علم الكيمياء فمثلا اذا سخن جسم ارتفعت درجة حرارته وازداد حجمه واذا ترك حتى يبرد عاد شيئا فشيئا الى حرارته وحجمه الاصليين فان استحالة الحديد الى صدأ فهي ظاهرة كيميائية وان لم يستحل فظاهرة طبيعية

ومن الظواهر الطبيعية ما يدرك بالحواس مباشرة وذلك كحدوث الصوت والضوء وتغير درجات الحرارة ومنها ما لا يدرك الا بتأثيره على الاجسام المجاورة وذلك كخاصية المغناطيس المشاهدة والتجربة - المشاهدة هي معرفة الظواهر الطبيعية التي يمكن تطبيقها في بعض الاحوال ولو كانت من الظواهر التي يغلب حصولها في شروط بسيطة ويمكن تنويعها حسب الارادة وفصل تأثير كل منها على حدته فهذه تسمى تجريبية

قوانين الطبيعة ونظرياتها - بالمشاهدة والتجربة يمكن تعيين قوانين الظواهر الكائنة بين العناصر المختلفة كما يمكن تعيين هذه القوانين أيضا بمعادلة جبرية أو بواسطة الرسم ومن القوانين تعلم الظواهر لكن شغل الانسان بالعلم ينمعه عن الوقوف في هذا الحد بل هو يبحث عن طرق أخرى توصله الى معرفة الاسباب الخفية التي تولدت عنها تلك الظواهر مع أن هذه الاسباب لم تزل خفية وبالمبحث تصور علماء هذا الفن آراء لاجل توضيح الظواهر التي تشاهد ويمكن أن تكون هذه الآراء حقيقية لان منها تضح لنا جلة ظواهر يمكن بها تفسير ظواهر أخرى جديدة كانت غير معلومة لنا ولم يكن لها أدنى ارتباط مع التي علمناها فجموع هذه القوانين والآراء المتعلقة بمسألة واحدة هو الذي يسمى نظرية

تقسيم علم الطبيعة - هذا العلم ينقسم الى ستة أقسام وهي الثقل والكهربائية والمغناطيسية والصوت والضوء والحرارة وكانوا يعتبرون قديما الكل واحدا من هذه الاقسام أسبابا مختلفة ولكن الآن اقتصر وافيها على الممكن من النظريات واعتبروا ان هذه الظواهر نتيجة ظهور خواص مختلفة ناشئة عن سبب واحد وهذا يؤكده الارتباط المعروف بين الاجزاء المختلفة من الطبيعة وان كان الوصول الى تعيين وحدة القوى الطبيعية لم يزل بعيدا جدا ثم اتنا فختارنا تقسيم المعتاد لتقريب التشابه كالصوت والضوء والحرارة

المادة ونحوها - ما يدرك بأحدى الحواس الخمس أو بجملة منها يسمى مادة وهي تختلف في الاجسام بسبب اختلاف أحوالها كاللون والشكل والرائحة وبهذه الاحوال تصنف الاجسام وتميز عن بعضها والخواص العامة للاجسام ثمانية وهي الحيز وعدم التداخل وقابلية الانقسام والمسام وقابلية الضغط والمرونة والحركة والانياسية لكن الغالب على المادة من تلك الخواص هو الحيز وعدم التداخل اذ لا يمكن الحكم عليها بدون هاتين الخاصيتين غالبا وقد يمكن الحكم على المادة بغيرهما

الحيز - هو خاصية في الاجسام تجعلها شاغلة لجزء محدود من الفضاء وان شئت قلت هو محل أقطار الجسم الثلاثة أعنى الطول والعرض والعمق أى السمك والفضاء هو الخلاء الموجود فيه جميع الاجرام المسماة بالعالم فلا يتصور العقل له حده لانه لا غاية له وكل ما أمكن مسه من الاجسام لابد أن يشغل جزءا من الفراغ ولما كان الحيز بهما لا تنضج دلالة الابهتين وجهاته حصروا جهات القياس في أقطار الجسم الثلاثة الطول والعرض والعمق تعيينا لجهته وحيث ان الشئ لا يكون طويلا أو عريضا أو عميقا الا بمقابلته بغيره جعلوا القياس المعروفة أصلا لتعيين المقدار بالكيل والوزن والمساحة لاجل أن يزول الاجسام ويتضح الامر

عدم التداخل - هو خاصية في المادة به لا يمكن أن يشغل جسمان أو جزآن من مادة حيز واحد في آن واحد وقد يتوهم في بعض الظواهر حصول التداخل بين جسم وآخر مثلا اذا أضيف لتر من الكوئل على مثله من الماء شوهد أن قدر الخلوط أقل من لترين كما يحصل مثل ذلك في الخلوط المكوّن من الماء وحض الكبريتيك المركز وفي مخاليط بعض الفلزات كما يكون من الخارصين والنجاس أو من الذهب والرصاص الى غير ذلك فهذه المخاليط وان كان كل منها يشغل حيزا أقل من الحيز الذي يشغله كل واحد على حدة لكن لا يقال انه حصل تداخل في أجزاءها بل يقال انها امتزجت حتى نفذت كثرتها صلابه في مسام أقلها صلابه وأما دخول سن السهم

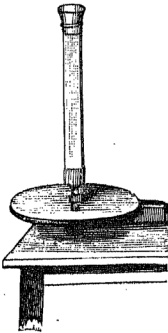
أو المسام في الخشب فهو في الخلوة الحاصل من تبعيد هذه أجزاء الخشب لافي نفس الاجزاء وأما دخول الماء في فتحو الاسفنج والطباشير فاول في المسام الموجودة بين الاجزاء ويشاهد أيضا عدم التداخل في المواضع فلو غرقت يد في أناء مملوء بالماء شوهد ارتفاع السائل ولوملئت زجاجة ماء وسدت مسددا محكما ثم نفذ فيه سائل من حديد الى باطن الماء لانكسرت الزجاجة وذلك لان السائل بمحاولة في باطن الزجاجة يلجئ أجزاء الماء الى التباعدي بحيث له حيزا يحل فيه والماء يكاد أن لا يقبل الانضغاط حينئذ تنكسر الزجاجة وكذا بخار الماء المنتشر في الهواء يأخذ حيزا بين أجزاء الهواء وجميع الاجسام المذابة في الماء تأخذ حيزا بين أجزاء الماء المذيب لها بحيث ان كل منها يكون حافظا للمسافة اللازمة له وتظهر هذه الخاصية أيضا في الغازات وان كانت كثيرة القبول للانضغاط ولذا اذا غمرنا ناقوسا مملوا بالهواء في الماء لم يصعد الماء في باطن الناقوس الى حده منه فاذا وضع على سطح الماء قطعة من خشب القليل عليه سراج ثم وضع فوقها هذا الناقوس وضغط عليه أمكن أن يستمر السراج ممتددا في الناقوس أسفل ارتفاع السطح الظاهر للماء مادامت كمية الاوكسجين الموجودة في هواء الناقوس كافية لادامة الاحتراق وعلى هذه الخاصية أسس ناقوس الغواصين

التجزئ أي قابلية الانقسام - هي خاصية من خواص المادة بها يمكن انقسامها الى أجزاء في غاية الدقة لاتقبل القسمة فالجزء الذي لا يقبل القسمة يسمى الجوهر الفرد أو الذرة ولا شك في أن الاجسام يمكن تجزئتها تجزئة هيأية كمية الى أجزاء دقيقة جدا كأنهم أحييت الى مسحوق لاتدرك أجزاؤه باللمس ولا في أن الجواهر ذوات الرائحة يتطاير منها أجزاء دقيقة جدا تؤثر في حاسة الشم فاذا تأملنا في المسك مثلا رأينا ان القمحة منه تبقى أجزاءها الرائحة مدة سنين في محل يتجدد هوائه من غير أن يظهر في وزنها نقص محسوس وكذا الكافور والادهان الطيارة يتصاعد منها جزئيات تثبت قبولها للتجزئ بكثرة واذا طرق الذهب استحبال الى أوراق دقيقة جدا وقد فصل منه أوراق نفعها ببلبل وقد سحب (وولاستون) الانجليزي سلكا من البلاتين لا يكاد يدركه البصر وكانت وحدة قطره جزءا من ألف ومائة جزء من المليتر وان الكيلومتر منه لا وزن سوى أربعة أو خمسة سنتيغرام واذا أذيب مقدار من المعدن استحبال الى جزئيات عديدة

المسام - هي خاصية من خواص المادة فهي عبارة عن الخلوة التي بين أجزائها سواء كان كبيرا أو صغيرا وهذا الخلوة يكون في الاجزاء النامية الحيوانية والنباتية مملوا بالسوائل وفي غيرها مملوا بالغازات واختلاف المسام بالكبر والصغر والكثرة والقلة هو السبب

في اختلاف زنة الاجسام المتساوية في الحجم الظاهري الذي هو المادة مع المسام وأما الحجم الحقيقي فهو كمية مادة الجسم بقطع النظر عن المسام والكمنافة هي تراكم أجزاء الجسم المادية في حجم ولذا كان المكعب من الذهب أكثر كثف من مكعب مماثل له من خشب الفلين والحرارة لا تعدد الاجسام الامن مسامها فتباعد أجزاء الجسم عن بعضها وكل الاجسام ذوات مسام وان كانت لا تنضغ في كثير منها كما تنضغ في الاجار والاششاب وجلد الحيوانات يتحوى على مسام كثيرة يحصل منها التبخير الجلدى والافرازات والامتصاص

ويتحقق وجود المسام بواسطة جفنة صغيرة (شكل ١) قاعها مغلق بقطعة من جلد ثعلب أو ثوب من زجاج ينهى طرفها السفلى بقاعدة من نحاس تتركب على قرص الآلة المفرغة فيصب في الجفنة الصغيرة قليل من الزئبق ثم يفعل الفراغ في الأنبوبة التى من الزجاج أى يستفرغ منها الهواء حتى ضغط الهواء الجوى على الزئبق جبره على النفوذ من خلال القرص الجلدى على هيئة المطر النضى وبذا يتحقق من وجود المسام في الجلد فإذا استبدل الجلد بقرص من الخشب مقطوع قطعا رأسيا على الألياف كانت النتيجة واحدة وكذا اذا غمرت قطعة من الطباشير في الماء شوهد فقاع يسبح على سطح الماء وما ذلك الا من صعود الهواء الذى كان مختصرا في المسام وطرده الماء الذى حل فيها بدليل انه اذا وزن الطباشير قبل العملية وبعدھا يعلم ان وزنه ازداد كثيرا بعد العمل وبهذه الكيفية يمكن قياس الحجم الكلى للسام على حسب وزن الماء المختص



والفلزات وان كانت مندحجة تحتوى على المسام أيضا وقد يتحقق ذلك بأخذ كرة من الذهب صغيرة مخوفة ذات جدار رقيق وملئها بالماء البارد وسدّها سدا محكما ثم بالطرق عليها من جميع الجهات كان يشاهد نضج الماء من المسام على هيئة المطر ويتحقق وجودها أيضا في المسام بواسطة الانضغاط كما في تجربة الفلزات ويتحقق وجود المسام في الهواء والغازات بنقصان حجمها اذا ضغطت فينتج مما قلناه ان المسام توجد في المواعع والجوامد والغازات

استعمال المسام - للمسام اسماء كثيرة خصوصاً في الترشيح الذي هو عملية يقصد بها صفاء السوائل وتصنع المرشحات امامن الورق الموسقى أى الخالى عن النشا أو من الصوف أو الخنزرف أو الفهم أو الرمل أو الزجاج ونحو ذلك وهناك طريقة أخرى مؤسسه على المسام وهي فصل أشجار كبيرة من جبل صلب بكيفية مخصوصة بان يصنع فيه أولاميازيب ثم يدخل فيها بالقهر قطع من الخشب جافة جدا ثم يصب عليها الماء فيدخل في مسامها فينتفخ الخشب وبهذه الكيفية تنفصل الاجار كتلا عظيمة

قابلية الضغط - هي خاصية للأجسام بها تنكسب حجماً أصغر مما كانت به قبل الضغط وبواسطة ذلك تتقارب الاجزاء ويضيق اتساع المسام فالانضغاط يثبت وجود المسام أيضاً لأن الجسم لا يقبل الضغط الا اذا كان ذا مسام والانضغاط واضح جداً في الاسفنج والصمغ المرن ونخشب القللين والورق والاقششة والفرازات قابلة للانضغاط أيضاً وبما يشبه تكون الصور على الدنانير وعلى المياديل أى ياشين الاختيار بالضغط

وأما السوائل فطالما اعتبروها غير قابلة للانضغاط مع أنها تقبله لكن بقلة كما أثبت ذلك

(أرستيد)

وأما الغازات فأكثر الأجسام قابلية للانضغاط لأنها تستحيل بالضغط القوى الى حجم أقل من حجمها الاصلى اذ يشاهد أن حجمها نقص بالضغط الناث أو النصف أو ثلاثة أرباعه بحسب قوة الضغط

والغازات حذمتى تجاوزته لا تبقى غازية مثال ذلك الاندريد كربونيك والايدروجين المكبرت وغاز النوسادر ونحوها

المرونة - هي خاصية للأجسام بها تنكسب شكلها وحجمها الاصلى من نفسها متى زال تأثير القوة المؤثرة فيها سواء كانت هذه القوة ضغطاً أو ثنياً أو لياً أو جذباً فينتج من ذلك أربعة أنواع من المرونة وهي مرونة الضغط والانثناء واللى والجذب فالاولى تشاهد في الغازات والثانية في الصفائح التي من الفولاذ والثالثة في خيوط القنب والكذان والرابعة في أوتار العود والقانون ومهما كان نوع المرونة فهي نتيجة تحويل الجزيئات عن بعضها فإذا تقاربت هذه الجزيئات بالضغط فإن قوة الحرارة المنفرة تبعدها وإذا تباعدت فإن الجذب الجزيئى يقربها مثال ذلك اذا خبت صفيحة من الفولاذ فإن الجزيئات التي نحو الجزء المقعر من الصفيحة تكون منضغطة فيكون بينها تنافر والجزيئات التي نحو الجزء المجدب منها تكون متباعدة تميل الى التقارب فتى تركت الصفيحة ونفسها استقامت كما كانت بسبب هاتين القوتين المتضادتين

وهما التناظر والتجاذب والغازات أكثر الاجسام مرونة ثم يليها الفولاذ المسقى والصمغ المرن وسيدب الخيل والعاج والرخام والزجاج وللمرونة حد في الاجسام الصلبة متى تجاوزته تبددت أو لا تنكسب شكلها أو حجمها الاصلى ولا يوجد هذا الحد في الغازات ولا في السوائل فانها تعود الى حجمها الاصلى دائماً ان لم تصل قوة الضغط في الغازات الى درجة سيولتها

استعمال المرونة - للمرونة جملة استعمالات فالسدادات التي من خشب اللبلين تسد الزجاج سد محكم فاذا أدخلت واحدة منها في فم زجاجة بالغصف انضغطت على نفسها ولكونها مرنة يزاد حجمها فتمنع خروج السائل من الزجاجة ودخول الهواء فيها

التمدد - هو خاصية بها يعظم حجم الجسم اذا ارتفعت درجة حرارته فاذا برد نقص حجمه والتمدد ونقصان الحجم في الاجسام الصلبة يكونان بقوة شديدة وسنحكم على التمدد مع الايضاح في باب الحرارة ان شاء الله

الانزيسيا أى القصور الذاتي - قد اعتبروا في أزمان بعيدة ان المادة عديمة الحركة أى لا تتحرك من نفسها فالساكن مستمر على سكونه حتى تأتبه قوة تحركه والتحرك مستمر على حركته حتى تأتبه قوة تعطى حركته أو تنوعها فالمادة ليس لها حركة من ذاتها اذا كانت ساكنة ولا سكون من ذاتها اذا كانت متحركة وحينئذ اذا تحرك الجسم بحركة بقي فيها الا اذا حصل له مانع يوقفه كما يحصل ذلك في كرة من عاج درجت على طاولة البليارد اذا ساكنت بعد ذلك لا يقال ان هذا ناشئ عن ميلها للسكون أكثر من ميلها الى الحركة بل السبب في سكونها المحاكاة مع الجوخ المغطى البليارد ومقاومة الهواء بدليل ان قلة المقاومة توجب قوة الحركة فعلى هذا اذا تحرك الجسم في الفراغ بحركة استمر عليها الى ما لا نهاية لانه لا شئ هناك يوقفه فكل من الارض والكواكب متحرك دائماً بحركة سنوية مستمرة عليها

ولكل قوة أربعة خواص هى شدتها واتجاهها ونوعها ونقطة تأثيرها فثلاث اجسام في حالة حركة يمكن حدوث حركة أخرى فيه يجذبه بجبل لكن ذلك ليس دائماً وفي هذه الحالة النقطة التي يربط فيها الجبل تكون هى نقطة تطبيق القوى وكذلك اتجاهه ونوعه يدل على اتجاه ونوع القوة وعظم المجهود الذى يلزم لجذب الجبل يدل على الشدة

### الخواص العامة للاجسام

للاجسام ثلاثة أحوال جامدة وسائله وغازية وبعض الاجسام توجد فيها الثلاثة أحوال بدون تغيير في طبيعته مثال ذلك الماء والكبريت ونحوهما فانهم يستطيعون



من الحالة الصلبة الى السائلة ومنها الى الغازية والعكس بحسب تسخينها أو تبريدها ومن  
المعلوم ان جميع الاجسام الصلبة يمكن بازياد الحرارة أن تستحيل على التعاقب الى الحالة  
السائلة ثم الغازية وتعود ثانية بالتبريد من الحالة الغازية الى السائلة ثم الى حالتها الاصلية  
وقد يبدو جد حقيقة أحوال طبيعية أو كيميائية تمنع هذه الاستحالات كما ان بعض الاجسام  
لا يكون الاعلى الحالة الصلبة وذلك مثل الكربون والجير والمانزيتونحوها ولم يحصل الاعلى  
ليونية الكربون بوضعه تحت تأثير حرارة عمود كهربائي مكون من خمسة آلاف زوج وهناك  
أجسام أخرى لا تكتسب الا الحالة الصلبة والسائلة كالنبتة ومنها ما كان يظن قديما  
أنه لا يكتسب سوى الحالة السائلة والغازية مثل الكؤل وكبريتورالكربون والحال انه  
في سنة ١٨٨٤ قد توصلوا الى احوالهما الى الحالة الجامدة بوضع الاول في برودة قدرها ١٣٠  
درجة تحت الصفر والثاني في درجة ١٦٠ تحت الصفر وقد تحصل على هذا التبريد العظيم  
المعلم (فرويليو ويسكي) بتبخيره الايثيلين في الفراغ وهو الايدروجين الثاني مكرين الذي أحيل  
ابتداء الى الحالة السائلة

### الخواص العامة للأجسام الصلبة

الاجسام الصلبة مثل الحديد والرخام والعاج لا يمكن فصل اجزائها المكونة لها بالمجهود  
عظيم أو ضعيف مع حفظ حجمها وشكلها اذا لم يؤثر عليها سبب ميكانيكي أو تغير في درجة  
الحرارة ويعتبرون ان جزئيات الاجسام الصلبة متأثرة بقوة جذب بين الجزئيات تسمى الميل  
وبقوة تنافر مكافئة للقوة الاولى فاذا ضغط جسم صغرت المسافات بين الجزئيات وأخذت  
القوتان في الازدياد وتكون قوة التنافر أعظم كما يشاهد ذلك في التأثير على الاجسام المرنة

والاجسام الصلبة جلاء خواص طبيعية تميزها ودراستها مهمة وهي قابلية الانضغاط  
والمرونة وقابلية الطرق والانسحاب والمثانة

قابلية الانضغاط - جميع الاجسام الصلبة متى أثر عليها ضغط أو قوة تقاربت أجزاءها  
من بعضها وبذلك ينقص حجمها وهذه الخاصية تسمى قابلية الانضغاط وتختلف باختلاف  
الاجسام ففي خشب الفلين وبالسنيق تكون قابلية الانضغاط عظيمة جدا وفي نحو الرخام  
والكبريت والفحم ضعيفة جدا

المرونة - مرونة الاجسام الصلبة يمكن مشاهدتها بأربع طرق مختلفة وهي الجذب  
والضغط والانشاء واللي

أما الجذب فمشاهد لانه متى جذب جسم تغير شكله ولا يقتصر التغير على اتجاه القوة المؤثرة فقط بل يزداد طول المتجذب وينقص قطاعه الرأسى لكن تغير الحالتين لا يتكافأ بالضبط بل يتغير حجم الجسم قليلا وتغير الطول في هذه الحالة يكون متناسبا مع طول الجسم المتجذب ومع القوة المؤثرة عليه وعلى حسب عكس قطاعه

والشرابين لا تنفاد لهذه القوانين لان استطالتهما لا تحصل الا بصعوبة زائدة

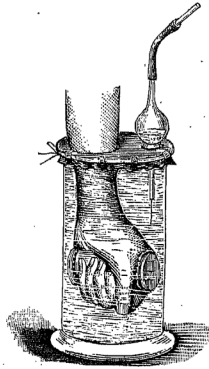


ش ٢

وارونة الجذب تطبيقات مختلفة كالزبلكات والاشربة التي من الصمغ المرن المستعملة في رضى الاطراف المكسورة والمخلوعة حديثا وذلك كما في (شكل ٢) المكون من أنبوبة من الصمغ المرن تمر في حلقات يوجد فيها خطافات وتعلق تلك الانبوبة بواسطة عقد وتستعمل كذلك مرونة الجذب في الاجهزة المعدة لحدوث مجهود في أى اتجاه بواسطة أشربة حلقيه من الكاوتشوك وكذلك في الجرابات والاحزمة وغير ذلك وأما الضغط فهو ضد الجذب لانه يحدث نتيجة مضادة له هي نقصان طول الجسم المضغوط ويزيد في القطاع الرأسى وقوانينه تشبه قوانين الجذب وكذلك يحصل تغير خفيف في الحجم

والانقباض العضلى يكون محصورا بنتيجة تشابه نتيجة لضغط لان العضلة تقصر وقطاعها يزداد (وشكل ٣) يدل على قياس تغير حجم عضلات اليد القابضة على أى جسم بقوة كثيرة أو قليلة المنجورة في أناء مملوء بالماء ومغطى بغطاء من الكاوتشوك موضوع حول الذراع بالتحكيم فبانقباض اليد وانبساطها يرتفع سطح الماء أو ينخفض ويعلم ذلك بواسطة أنبوبة أخرى جانبية ذات فقاعة نافذة من الغطاء المرن وواصله الى الماء

وأما مرونة الانثناء والى فالمشاهد بالنسبة للصفائح المعدنية ان الثقل أو الضغط الضرورى لانثناء صفيحة يكون . أولا متناسبا مع طول الصفيحة . ثانيا يكون متناسبا مع مكعب سمكها . ثالثا يكون على حسب عكس طولها . وأما مرونة الى المؤسس عليها بعض آلات الطبعة مثل ميزان (كلومب) فهي القوة التى يهايميل السلك المتوى الى الرجوع لوضعه الاصلى وتكون على حسب زاوية الى وهذه القوانين لها أهمية عظيمة في العمارات



ش ٣

قابلية الطرق والانسحاب - قابلية الطرق هي خاصية بها الاجسام تستحيل الى صفايح رقيقة جدا متى طرق عليها بطريقة أو وضعت تحت تأثير ضغط بطيء ومستمر كالصفاح

وأما قابلية الانسحاب فهي خاصية تؤخذ في بعض الاجسام وعلى الاخص المعادن التي تستحيل الى سلوك قليلة التخن أو كثيرته متى أدخلت في المسحاب وأول المعادن الأكثر قابلية للانسحاب الذهب وثانيها الفضة وثالثها البلاتين ورابعها الألومنيوم وخامسها الحديد وسادسها النحاس وسابعها الخارصين وثامنها القصدير وتاسعها الرصاص وأما الأكثر قابلية للطرق فأولها الذهب وثانيها الفضة وثالثها الألومنيوم ورابعها النحاس وخامسها القصدير وسادسها البلاتين وسابعها الرصاص وثامنها الخارصين وتاسعها الحديد فبذا يعلم أن المعادن الأكثر قابلية للانسحاب خلاف الذهب والفضة ليست هي الأكثر قابلية للطرق أيضا فان البلاتين هو الثالث في قابلية الانسحاب مع انه السادس في قابلية الطرق والحديد الذي قابليته للانسحاب عظيمة صارت بالنسبة للطرق ضعيفة جدا والحرارة لها تأثير عظيم على هاتين الخاصيتين فان الزنجار الذي لا تؤخذ فيه خاصية الانسحاب في الدرجة المعتادة يمكن أن يتحصل منه على سلوك رقيقة جدا متى سخن للدرجة الحمراء وأيضا الخارصين القليل القابلية للطرق على البارد يستحيل بسهولة الى

صفاً متى سخن الدرجة ١٣٠ أو ١٤٠ والحديد لا يصل الى قابلية الطرق الا في الدرجة الحمراء كما هو معلوم وبعض من المعادن يكون مخالفاً لذلك أي انها تفقد قابليتها للانسحاب متى سخن وت ذلك مثل الرصاص والقصدير والنحاس فانهم أقل قابلية للانسحاب

الثانية - على العموم هي الخاصية التي تشاهد في الاجسام الصلبة فقط والتي تدل على مقاومة عظيمة أو قليلة تقاوم القوى المختلفة التي تميل لان تفقدها وعلى كل حال فان القصد من هذا التغير الدخول على معرفة خاصية مقاومة السائل المعدنية للجذب الحاصل فيها على اتجاه طولها وحدث ثمانية الجسم هو الكمية المعينة بالوزن من الكيلوجرام التي يحملها سائل معدني مساحة قطاعه الرأسى واحد مائة متر مربع الى أن ينقطع والتجربة تدل على أن هذا الثمانية في المعادن يتناقص بالحرارة وبالجملة تزيد الثمانية في الحديد لغاية مائة درجة فان زادت عن ذلك دخلت تحت القانون العام والثمانية في الدرجة الحمراء المعتمدة لانكون الا السدس تقرى بالنسبة للدرجة المعتادة

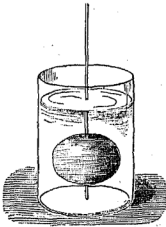
### المخوائص العامة للسائلات

الوصف المميز للسائلات هو سهولة حركتها وارتدادها وانزلاق بعضها على بعض من أى تأثير وهي بهذه الخاصية مع خروجها على هيئة سلسول أو خيط من القنحات الصغيرة وتتحرك كما على جذران الاناء الحاوى لها بحيث انها تكتسب شكله تحفظ بعض التصاقات متعاقبة ولذا نرى كل كتلة من أى سائل تركت ونفسها محمية عن جميع التأثيرات الخارجية تأخذ على الاوامر الشكل المستدير وهذه النتيجة تشاهد في أحوال كثيرة

ولذا نشاهد بعض النقط الصغيرة من الزئبق الموضوعة على طاولة من الخشب أو على أى سطح يكون ذا ميل قليل لهذا المعدن تأخذ الشكل المستدير تقريباً وكذا كل نقطة من نحو الماء والكحول أو الرصاص المذاب متى تركت للسقوط في الهواء بلا مانع تأخذ الشكل المستدير أيضاً ورش الصيد ليس هو الا نقطاً من الرصاص المذاب المصبوب في الماء البارد ويرد على هذا الشكل في الحال والتجربة الآتية تدل دلالة واضحة على هذه الخاصية للسائلات

من المعلوم ان الزيت أخف من الماء وأثقل من الكحول ولكن اذا خلط الماء بالكحول بطريقة بهم يتحصل على كثافة مساوية لكثافة الزيت وصب الزيت تدريجاً في هذا الخليط فإنه يجمع على هيئة كتلة واحدة تبقى معلقة في باطن الخليط على هيئة كرة يمكن وصولها الى حجم برتقالة مع الاحتراس في الصب ومادامت كرة الزيت باقية على حالة السكون تحفظ جيداً

شكلها الكروي أما اذا فعل فيها حركة دوران بواسطة ابرة طويلة عمودية تمر بمرکزها فيشاهد



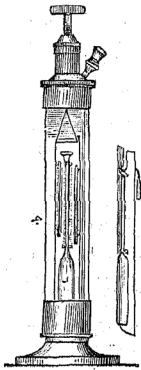
ش ٤

كما في ( شكل ٤ ) انها تتبع أي تتفرطح من نحو قطبيها وتنفتح على هيئة حلقة بارزة نحو جزئها المتوسط وهو خط استوائها وهذا التفرطح والانتفاخ يزدادان مع سرعة حركة الكرة الزينية وكلما أخذت هذه الحركة في الازدياد كلما ازداد تأثير القوة المركزية الطاردة المتأثرة بها زيادة عن تأثير الجذب المتعاقب لجزيئتها فيشاهد أن الحلقة الدائرية أي المقابلة لخط الاستواء تنفصل عن الكرة وتكون حلقة تستمر على الدوران قليلا مع الكرة المركزية المنفصلة هي منها فهذه

التجربة اللطيفة التي حققها العلم ( بلانق ) أفادت فكرة جديدة مقبولة تدل على ما كانت عليه الارض والكواكب في الحالة السائلة الابتدائية ثم أخذت شكلها المستدير المعالم وبالكيفية عينها تكونت دائرة ( زحل )

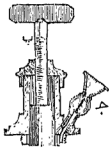
وقد اعتبرت السائلات زئناطوية لانها غير قابلة للانضغاط وهذا كان ظني الان ( أرستيد ) فعل تجارب كرد لها بعدة كل من ( ديسبرتز ) و ( سيجي ) فاهتدوا الى أن حجم السائلات يتقص متى ضغطت وان كان النقصان ضعيفا جدا ويمكن قطع النظر عنه في التجارب المعتادة لأن الماء

لا ينضغط الا تسعة وأربعين من مليون من حجمه تحت ضغط جق واحد والزئبق خمسة من مليون فقط والآلات التي استعملت لاجل قياس قابلية السائلات للانضغاط تسمى ( بيزومتر ) وأعظمها المنسوب الى ( أرستيد ) وهو مكون كما في ( شكل ٥ ) من مستودع اسطوانتي الشكل من الزجاج ب حجمه معلوم يعالوه أنبوبة شعرية مقسمة الى أقسام متساوية السعة منتهية بقمع والمستودع بأنبوبه موصول على لوح من النحاس يحمل ترمومتر معدا لمعرفة درجة الحرارة وقت التجربة وأنبوبة مسدودة أحد طرفيها منكسة مملوءة بالهواء معدة لمعرفة الضغط فيملأ البيزومتر بالسائل ويوضع في القمع نقطة من الزئبق يستدل به اعلى ما يحصل في حجم السائل من التغير ويدخل الجهاز في اناء اسطوانتي من الزجاج النخين ح مثبت بجذته



ش ٥

السفلى على قاعدة معدنية وجزؤه العلوى محزوم بحزام من الخناس ذى مكبس يتحرك بواسطة برمة ب (شكل ٦) وبواسطة حنفية ح يصب فى الاناء الاسطوانى الماء الى أن يخرج من فتحة جانبية فتسد الحنفية ويخفض المكبس فيمتص ماء الاناء وهذا الضغط ينتقل



ش ٦

لسائل الپيزومتر الذى ويعلم نقصان حجم السائل بالدرجات التى انخفضها الزئبق بالضغط وتعلم قيمة الضغط من سطح الماء فى الأنبوبة الهوائية وبقيته ما نقص من حجم السائل على كل من حجم السائل والضغط المعبر عنه بالجوى يحصل على عامل الضغط الظاهرى لعدم حساب ما يحصل فى الپيزومتر (المستودع وأنبوتيه) من التغير لان هذا الغلاف بسبب الضغط المتساوى الواقع عليه من الظاهر ومن

الباطن يمتص فيرتفع السائل فى الأنبوبة الشعرية فيمتص من كمية ما تخفض من السائل المضغوط بقدر ما يرتفع منه وتغير الحجم الحقيقى يكون باضافة انضغاط المستودع الى الانضغاط الظاهرى للسائل وبقسمة الحاصل على كل من الحجم جميعه والضغط يحصل على عامل الضغط الحقيقى

وهالك عوامل الانضغاط لبعض السوائل التى عيناها (جرامى) فى درجة الصفر

زئبق .....	٠.٠٠٠٠٣
ماء .....	٠.٠٠٠٠٥٠٢
لمشير .....	٠.٠٠٠١١١
كحول .....	٠.٠٠٠٠٨
كلوروفورم .....	٠.٠٠٠٠٦

ومن هذه الاعداد يرى أن قابلية السوائل للانضغاط ضعيفة جدا والطريقة الوحيدة فى حصول نقصان أو ازدياد فى كثافتها تنحصر فى رفع حرارتها أو خفضها وضعف قابلية الانضغاط فى السوائل يظهر بالازدياد العظيم الذى يحصل فى القوة المنفردة المؤثرة بين الجزيئات متى صغرت المسافات بينها فعندما تكون السوائل معرضة للضغط الجوى تكون القوى المنفردة والجاذبة فى حالة موازنة تقريبا فإذا زاد الضغط ازدادت القوى المنفردة شدة لمنع تقارب جزيئات السائل من بعضها وإذا قل الضغط الظاهر كما يحصل ذلك عند وضع السائل فى الفراغ فإن قوة الجذب بين الجزيئات تضعف وحينئذ تفصل جزيئات الطبقات العليا عن بعضها حيث أن الجذب صار غير قادر على بقاءها على حالة السيولة وبذلك تستحيل الى الحالة البخارية

تنبيهه - بعد ضغط السائل كما ذكرنا ترفع زيادة الضغط التي كانت موضوعة وحينئذ ترتفع العلامة الزبقية وتعود الى موضعها الاصلى وهذا يثبت ان السائل مرنة ومن المعلوم ان نقطة الماء أو الزئبق ترتد ثانية متى سقطت على سطح صلب

### الخواص العامة للغازات

الغازات وتسمى أيضا بالتيارات المرنة موصوفة بقابلية تناثر أجزاءها على الدوام وبذلك يعلم قابليتها للانتشار أعني أن الكتلة الغازية بهذه الخاصية تمل لأن تشغل المسافة التي تعطاها مهما كان اتساع تلك المسافة وحينئذ لا يكون لها شكل مخصوص فهي مجبورة دائماً على أن تأخذ شكل المسافات الحاوية لها وتضغط على جدرانها من الباطن الى الظاهر بقوة ضعيفة أو قوية وهذه القوة تسمى بالتمدد أو القوة المرنة للغازات والجذب الجزئى الذى يوجد بدرجة معلومة فى السوائل يصير معدوماً فى الغازات بالكلية فليس من الضروري استعمال أى قوة كانت لفصل جزئياتها بل العكس أى يلزم استعمال القوة لضمها ومنعهما من الانفصال فبالنسبة لذلك يمكن أن يعتبر الجسم الغازى كأنه مكون من جزئيات منفصلة متحركة غاية الحركة على حالة تناثر دائم متعاقب

فالغازات قابلة للانضغاط بقوة شديدة عكس السوائل فان قبولها للانضغاط ضعيف جداً فمثلاً الماء تحت ضغط جوى واحد لا ينضغط الا ٤٩ من مليون من حجمه أما إذا كان هذا الضغط بعينه على غاز فإنه يستحيل الى نصف حجمه



وسهولة ضغط الغازات تشاهد بواسطة جهاز يسمى (الزئبد الهوائى) وهو مكون من اسطوانة من زجاج سميك الجدران مغلق أحد طرفيهما وقها يتحرك مكبس كافى (شكل ٧) وهى محتوية على الهواء وغاز آخر فبأقل قوة مؤثرة على المكبس يشاهد نقصان محسوس فى حجم الهواء أو الغاز وإذا استقر الضغط على المكبس شوهد أن مقاومة الغاز ضعيفة ابتداء ثم تزداد كلما نقص حجمه فإذا ترك المكبس ونفسه صعد ثانية حتى يعود الى وضعه الاصلى فهذا دليل واضح على أن الغازات مرنة كالسوائل وتسميتهن إياها بالتيارات المرنة القديمة به أيضاً آتية من كونها قابلة للانضغاط بكمية ومرونتها المتمثلة بها أكثر وضوحاً من باقى الاجسام الاخر

## الحركة واعتبارها

الحركة هي شغل جسم أو نقطة محلاً آخر بالنسبة لجسم آخر والخط الذي يتبعه الجسم في حركته يقال له خط الاتجاه والحركة إما منتظمة أو متغيرة

فالمنتظمة هي حركة بها يقطع الجسم في الأزمنة المتساوية مسافات متساوية مهما كانت هذه الأزمنة وعلى ذلك يمكن معرفة المسافات التي يقطعها جسم متحرك بحركة منتظمة في زمن ما بمعرفة المسافات التي قطعها هذا الجسم في زمن معين

وتسمى المسافة التي يقطعها الجسم في زمن مساوٍ للوحدة سرعة الحركة المنتظمة ووحدة الزمن المستعمل في الغالب هي الثانية الزمانية وعلى ذلك فيستدل على السرعة بوحدة الطول وهي المتر إذا كان هو المستعمل لقياس الطول ومن المعلوم أن المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك بحركة منتظمة هي ما يقطعه هذا الجسم في ثانية مضروبة في عدد الثواني التي قطع فيها هذه المسافة أي هي سرعته مضروبة في الزمن فإذا رمزنا للمسافة بحرف  $m$  والسرعة بحرف  $s$  والزمن بحرف  $t$  فيحصل على المعادلة الآتية

$$m = s \cdot t \quad \text{ومنها} \quad s = \frac{m}{t} \quad \text{و} \quad t = \frac{m}{s}$$

والحركة المتغيرة هي اختلاف المسافات التي يقطعها الجسم المتحرك في أزمنة متساوية فإلّا الحركة تتغير من لحظة إلى أخرى وسرعة الحركة المتغيرة في نقطة معينة هو الحد الذي ينتهي إليه نسبة المسافة إلى الزمن الذي قطعت فيه هذه المسافة متى صغر هذا الزمن إلى أن قارب الصفر

ولمعرفة ذلك نفرض مكانين في طريق جسمين متحركين أحدهما حركة منتظمة والآخر حركة متغيرة ثم فرضنا أنهما يتدثران وينتهيان معاً في آن واحد فلا يختلفان إلا في الوقت الذي بين الابتداء والانتهاء فسرعة الحركة المنتظمة تسمى متوسط سرعة الحركة المتغيرة في الزمن المعين فإذا نقص هذا الزمن فإن الاختلاف بين الحركة الحقيقية المتغيرة والمنتظمة يأخذ في النقصان إلى الصفر فالسرعة المنتظمة المتوسطة تقرب إلى قيمة نهائية هي سرعة الحركة المتغيرة من النقطة المعينة

الحركة المنتظمة التغير وتزايد السرعة - الحركة الأكثر بساطة من جميع الحركات المنتظمة التغير هي التي تتغير سرعتها بكمية متساوية في أزمنة متساوية مهما كانت مدة الأزمنة فإذا زادت السرعة كانت الحركة متزايدة منتظمة وإذا نقصت بطريقة منتظمة كانت متناقصة منتظمة



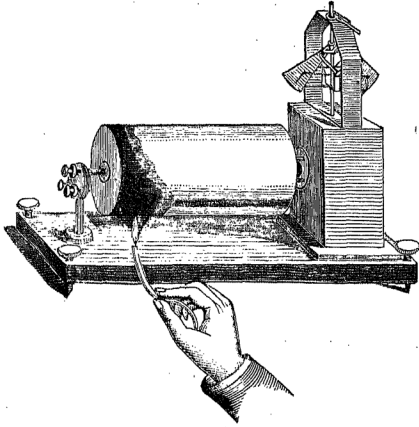
وتزايد السرعة هو عبارة عن الكمية الثابتة من الحركة التي تزيد أو تنقص في مدة ثابتة ومن ذلك يعلم ان في هذه الحركة تكون السرعة المتغيرة متناسبة مع الزمن والحركة المنتظمة التغير تكون بسيطة اذا لم يكن المتحرك متأثر بأى سرعة من ابتداء حركته وحينئذ لا تكون الحركة المنتظمة متزايدة وبذلك تكون متناسبة مع الزمن والمسافة المقطوعة تكون متناسبة مع مربع الزمن كما يشاهد ذلك عند سقوط الاجسام المنقادة لتأثير الثقل بدون سرعة ابتداءية

الحركة الدورية - هى التى يقطع فيها المتحرك دورته في أزمنة متساوية بحيث أن جميع الادوار المتعاقبة تكون أزمنتها متساوية كحركات عقارب الساعة

تعيين الحركة بالرسم - من الجيد في الغالب تعيين حركة الجسم بواسطة الرسم وذلك بأن تفعل أطوال على خط أفقي تدل على الزمن المفقود ثم يقام من هذه النقاط أعمدة تكون متناسبة مع المسافات المقطوعة في مدة هذه الأزمنة ثم يمد من هذه النقاط التى تعينت خط مستمر يكون في الغالب منحنيًا وهو يدل على الحركة وعلى المسافة المقطوعة في أى زمن بسهولة ولعرفة المسافة يكفي قياس الرأسى المبتدئ من النقطة التى تقابل هذا الزمن

جهاز الرسم - يمكن معرفة المتحرك بطريقة تشبه المتقدمة تسمى طريقة الرسم وذلك بأن نفرض ان المتحرك في طرفه سن أو قلم رصاص موضوع أمام سطح ثابت يرسم عليه السير الذى يتبعه أثناء حركته والخط الذى ينتج يدل على شكل السير الذى أخذ المتحرك لأنه لا يدل على الزمن الذى مر فيه المتحرك على كل نقطة فإذا طبقنا هذه الطريقة على سقوط جسم ثقيل شوهد أن السير الذى يتبعه الجسم الساقط هو عبارة عن خط رأسى ولا يستدل على المسافات المقطوعة في الأزمنة ولاجل الحصول على هذه النتيجة نجعل الحركة منتظمة في السطح المراد رسم خط سير المتحرك عليه وتكون حركته مخالفة لاتجاه سير المتحرك لكن لا يستدل من الخط المرسوم على السير الحقيقى للمتحرك لأنه مرتبط بحركة الجسم والسطح معا فلا تعلم منه المسافة التى قطعها المتحرك الا اذا علمت السرعة التى بها يتحرك السطح وسنشهد فيما سأتقرب تطبيق هذه الطريقة مباشرة عند التكلم على (الاسفنج موحراف) وإذا استمرت الحركة مدة من الزمن فيكون من الجيد استعمال السطح المتحرك لانه يحتاج في هذه الحالة الى امتداد السطح مسافة عظيمة ولهذا الغرض تستعمل اسطوانة تدور حول محورها سطحها مغطى بورقة أو بطبقة من اسود اللتان فإذا زادت حركة الجسم عن حركة الاسطوانة أثناء دورة تامة تقدمت الاسطوانة موازية لمحورها أثناء دوراتها حتى ان القلم الذى على سطحها لا يقابل الخطوط

التي رسمها في دورتها الاولى ومتى انتهت التجربة تفصل الورقة المغطاة بها الاسطوانة ومنها تعلم الحركة ( وشكل ٨ ) يدل على اسطوانة تتحرك بحركة منتظمة بواسطة حركة ساعه



ش ٨

قياس شدة القوى (الدينامومتر) - قياس كل قوة هو عبارة عن مقارنة شدتها بقوة أخرى مأخوذة وحدة ومستندهم في معرفة هذه المقارنة الاعتبار الآتية وهي ان القوتين تكونان متساويتين متى أحدثتا نتيجة واحدة في شروط واحدة وتكون القوة مزدوجة بالنسبة للآخرى اذا أحدثت قوتين متساويتين الاولى وعادة يؤخذ الجرام كوحدة أى وزن واحد ستمتر مكعب من الماء المقطر الذي في درجة أربعة فوق الصفر في الفراغ على سطح البحر وقد استعمل منذ سنين وحدة أخرى في الطبيعة وهي (الدين) وسنذكر قيمتها فيما سيأتي ويمكن قياس القوى بواسطة الميزان ولذلك يستعمل الدينامومتر غالبا وهو جهاز مؤسس على خاصية الزنبركات الصلبة فتوضع على زنبرك ينثنى ويأخذ شكله الاصلى متى زالت القوة المؤثرة وذلك بالنسبة لمرونته وتلك المقاومة في تغير الشكل تزداد مع القوة ثم يوازئها ويوجد جلة أنواع من الدينامومتر أى مقياس القوى أبسطها المرسوم في (شكل ٩) وهو عبارة عن زنبرك منثنى من الصلب ينقر ديجسب وزن الجسم وليس قادرا على وزن الاجسام فقط

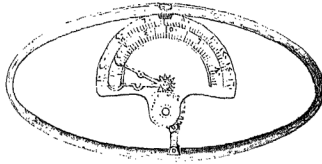
بل لتعين شدة القوى فالصفيحة التي من الصلب منثنية من وسطها وفي طرفيها أقوسان فالقوس  
الاول ملتحم بطرفه السفلى في طرفها السفلى وفي انتهائه حلقة  $\delta$  معدة  
لتعليق الآلة والقوس الثاني ملتحم بطرفه العلوى في طرفها العلوى  
وطرفه السفلى نافذ مطلقا في طرفها السفلى وفي انتهائه خطاف  $\epsilon$  لتعليق  
الاجسام التي يراد وزنهما فهذاان القوسان موضوعان عكس بعضهما كما هو  
مشاهد في السهل تصور كيفية انشاء الزنباك وتقارب طرفيه من  
بعضهما بما يؤثر وزن الجسم وهذا التقارب يقاس بواسطة الدرجات  
التي على سطح القوس الظاهر موازية للأوزان الموضحة لوزن  
الجسم



تنبه - الموازين التي هي الميزان المعتاد وميزان الانزلاق والقباني مهما كان وضعها  
لاتدل الاعلى وزن الاجسام النسبي لا المطلق

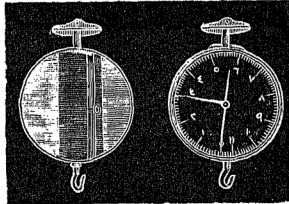
وأما ميزان القوى فيدل على الوزن المطلق فإذا فرضنا أنه وضع في إحدى كفتي الميزان أي  
جسم ووضع في الكفة الأخرى أوزان معلومة توازنه فإنه يبقى في هذا الوضع على حالة الموازنة  
في خط الاستواء كما في القطبين لأن تأثير الثقل يؤثر على جميع الاجسام بالتساوي ومن الواضح  
انه بتغير قوة الثقل يكون تأثيرها واحدا في جميع الاماكن على الجسم المراد وزنه وعلى الأوزان  
المستعملة وبالاختصار ان الجسم الذي وزن مائة جرام في خط الاستواء وزن أيضا مائة جرام  
في القطبين لكن ليس الامر كذلك في مقياس القوى لأن تأثير الثقل يزداد أو ينقص فأنشاء  
الزنباك يحصل بالجسم نفسه المعلق في خطاف الآلة حيث يزداد ثقله أو ينقص فباتقال  
مقياس القوى من خط الاستواء الى القطب يشاهد أن انشاء الزنباك يزداد شيئا فشيئا بتأثير  
الجسم عنه كلما ارتفع جهة القطب

ويستعمل لمقياس القوة العضائية لليد دينا موميتر يتكون من زنباك ذي شكل يضاوي  
يضغط عليه باليد لتقرر بجزأيه من بعضهما وعلى فرعه السفلى ساق مسننة تتعشق بأسنان  
محلة صغيرة تحمل ابرة تدور على وجه ساعة مقسم الى درجات منها يستدل على القوة  
المستعملة ولأجل سهولة معرفة الدرجات بعد الضغط توجد ابرة ثانية تدفعها الأبرة الاولى  
أمامها وتبقى ثابتة في النقطة التي وصلت اليها بدون أن تتحرك (وشكل ١٠) يدل على  
نوع هذا المقياس



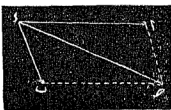
ش ١٠

ميزان الاطفال المنسوب الى (بوشو) - يستعمل هذا الميزان لوزن الاطفال المولودين حديثاً وذلك لأجل الاستدلال على الكمية التي يزيد بها الطفل وهو عبارة عن دينامومتر يعلق الطفل في خطافه كما في (شكل ١١) بواسطة مهده صغير ثم تقرأ الدرجات على وجه الساعة التي وصلت اليها الإبرة



ش ١١

تركيب القوى المؤثرة على نقطة - إذا كان الجسم متأثراً بقوة أو أكثر في الغالب يتصور أن قوة واحدة تحدث النتيجة عينها من نفسها أو تولد في الجسم نفس الحركة وهذه القوة الوحيدة هي المعبر عنها بنتاج القوى فلاجل تركيب القوى يلزم البحث على ناتجها فلنفرض ان قوتين مؤثرتين على نقطة واحدة وعلى مستقيم واحد فمحصلهما يساوى مجموعهما إذا كان اتجاههما واحداً ويساوى الفرق بينهما إذا كان الاتجاه مضاداً فإذا فرضنا أن قوتين مؤثرتين على نقطة  $A$  واتجاههما  $A$  و  $B$  (شكل ١٢) فمحصلهما



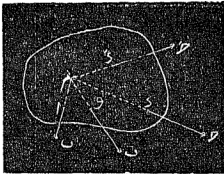
ش ١٢

هاتين القوتين يعلم بالاتجاه المنصف الزوايا  $C$  و  $A$  لمتوازي الاضلاع المؤسس على هاتين القوتين وإذا فرض وجوداً أكثر من قوتين تؤثر على نقطة واحدة ولتكن  $A$  ولزم البحث أولاً عن مجموع القوتين الأوليين

ثم يركب هذا الناتج الجزئي مع القوة الثالثة والناتج مع القوة الرابعة وهكذا الى الانتهاء فينتج من ذلك تكوين كثير الاضلاع ممتداً من نقطة و تكون فيه الاضلاع متساوية ومتوازية للقوة المؤثرة ولجل اتمام تكوين كثير الاضلاع يلزم مخطط يمر من نقطة و فيكون هذا الخط هو الناتج الذي يراد الحصول عليه و اذا تكوّن كثير الاضلاع من نفسه كان الناتج معدوماً والقوى في حالة الموازنة

تركيب القوى المؤثرة على جسم صلب - ينتج من القاعدة المتقدمة ان القوى المؤثرة على نقطة واحدة تعطى دائماً ناتجاً واحيداً ويكون الامر كذلك بالنسبة لجملة قوى مؤثرة على نقط مختلفة من الجسم

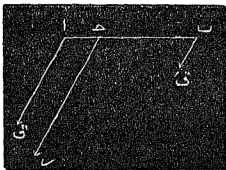
ومما يجب التنبيه عليه أن كل قوة يمكن أن تؤثر بطريقة واحدة على أى نقطة كانت في اتجاهها متى كان ارتباط هذه النقطة لا يتغير بالنسبة للجسم المؤثرة عليه القوة ومن الجائز



ش ١٣

أن القوى المؤثرة على نقط مختلفة مثل أ و م من جسم يكون لها اتجاه يصل الى نقطة واحدة م كما في (شكل ١٣) وهذا النوع من القوى يقال له القوى المتسابقة ويكون لها ناتج لان القوى ب و ج الخ بتأثيرها على نقطة م تتركب على حسب قاعدة كثير الاضلاع

القوى المتوازنة - متى كانت القوى المؤثرة على جسم متوازنة كان لها ناتج وبشاهد أن القوتين المتوازنتين ذواتي الاتجاه الواحد المؤثرتين على نقطتين أ و ب لهما ناتج مواز لاتجاههما مساو ل مجموعهما مؤثر في نقطة ج



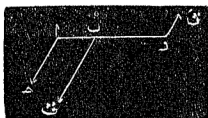
ش ١٤

القائمة للمستقيم أ ب الى جزأين على حسب عكس القوتين فمثلا القوتان ق و ق' المؤثرتان على نقطتي أ و ب يعطيان ناتجاً = ق + ق' كما في (شكل ١٤) ويكون

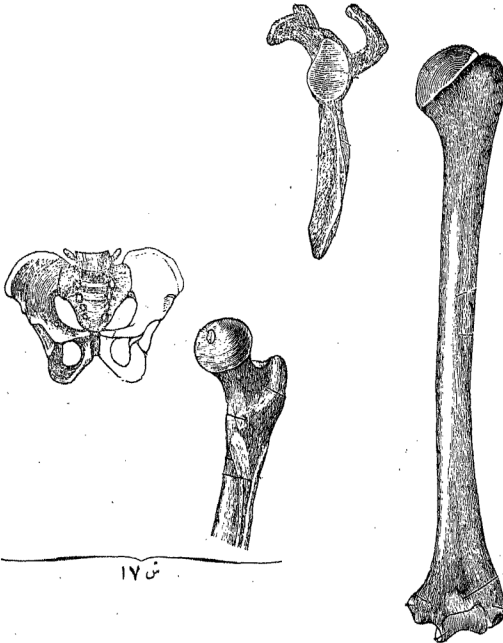
$$\frac{ق}{ب} = \frac{ق'}{أ} \quad \text{أو} \quad ق \times أ = ق' \times ب$$

وبشاهد أيضاً ان القوتين المتوازنتين ذواتي الاتجاهين المضادين المؤثرتين على نقطتي أ و ب يكون لهما ناتج يساوى الفرق بينهما مواز لاتجاههما وفي اتجاه أعظم قوة ونقطة

تأثير هذا الناتج تكون موضوعة على استطلاعة أ ب وتقسّم هذا المستقيم الى قسمين يكونان على حسب عكس القوتين فنلّا القوتان ب و و (شكل ١٥) ناتيجهما ح شدته تكون

$$ب - ب \text{ أو } ب \times ب = ب \times د \text{ واذا}$$


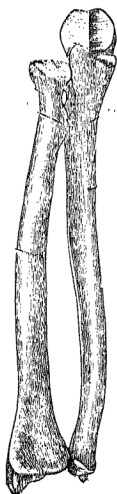
ينتهي برأس كرية تقرتيا تدور في حفرة شكلها كشكله تقرتيا ( وشكل ١٦ ) يدل على  
عظم اللوح منظر ورا من الجانب لمشاهدة الحفرة الحقيقية المعدة لقبول رأس العضد وفي الشكل  
يشاهد العضد الايمن من وجهه الخلفي ويشاهد في ( شكل ١٧ ) الجزء العلوى من الفخذ الذى  
رأسه تدخل في الحفرة الجانبية لعظم الحرقفة



ش ١٧

ش ١٦

ومفصل الرنذ مع العضد والقصبه مع الفخذ والكعبه مع الزند تدل على عظام تدور حول محور ثابت وفي الحالتين الاوليين يكون المحور عموديا على طول العظم الثابت وينتهى العظم



ش ١٨

المتحرك بشبه كرة مستديرة (شكل ١٨) تدور في حفرة شكلها كشكلها في انتهاء طرف العظم الثابت (شكل ١٦) وأما الكعبه فبخلاف ذلك لانها تدور حول محور مواز للذراع كما في (شكل ١٨) وتنتهى برأس مستديرة تدور حول الرنذ

القوة الثابتة تحدث حركة منتظمة التغير - متى كانت قوة ثابتة في عظمها واتجاهها مؤثرة على جسم أحدثت فيه حركة منتظمة التغير ولاجل السهولة نفرض ان المتحرك انتقل من السكون الى الحركة بغير سرعة ابتداءية فيتحرك في اتجاه القوة وبعد ثانية يأخذ بتأثير القوة سرعة قدرها واحد مثلا فاذا رفعت هذه القوة حينئذ ورك المتحرك ونفسه استمر بالنسبة لقصوره الذاتي متحركا الى غاية النهاية بالسرعة عينها لكن اذا استمر تأثير القوة مدة ثانية ازدادت السرعة كذلك مثل مدة الحركة الاولى ومن ذلك يشاهد ان القوة الثابتة تحدث زيادة في السرعة عينها أثناء كل تأثير وبذلك تحدث في المتحرك حركة منتظمة متزايدة فيها تشهد الزيادة قيمة واحد

نسبة القوى الى السرعة والكتل - اذا أثرت قوة مثل  $ق$  على نقطة مادية واحدة أحدثت فيها سرعة قدرها  $س$  تكون مدة ملقة بشدها وتدل على ان هذه السرعة متناسبة مع شدة القوى فالنتائج يكون

$$\frac{ق}{س} = \frac{ق}{س} = \frac{ق}{س} = \dots$$

وهذا الارتباط يكون حينئذ غير متعلق بشدة القوى المعبرة بل يختلف من متحرك الى آخر ويصف الاجسام بالنسبة للميكانيكا ويعرف بكتلة الجسم ونرمز لها بحرف  $ك$  فيكون النتائج

$$\frac{ق}{س} = \frac{ق}{س} = \frac{ق}{س} = \dots ك$$

أو

$$ق = ك س - ق = ك س - ق = ك س$$



فالقوة تساوى محصول كتلة الجسم المؤثرة عليه في السرعة التي تحدثها فإذا اعتبرنا أن وزن الجسم و وان القوة الثابتة المحدثة فيه السرعة عند سقوطه س فالنتيجة يكون  
و = لئس فكتلة الجسم تساوى ناتج وزنه على سرعة س التي مقدارها ٩٨٠٠٠٠٠٠

شغل القوة - اذا استعملت قوة لتحريك جسم أو مجموع أجسام فالنتيجة المتحصلة لاتتعلق بشدةها فقط بل بالمسافة المقطوعة ونقطة تطبيقها مثلاً لاجل رفع كيلو جرام الى مترين يلزم شغل ضعف الشغل الذي يلزم لرفعه الى متر ويعنى بشغل القوة تأثيرها في نفس الحركة والنتيجة شدة القوى في المسافة المقطوعة وأما نقطة تأثيرها فهو شغل القوى التي يدل على تأثيرها الناتج ووحدة الشغل هو الكيلو جرام متر أى الشغل الذي يلزم لرفع كيلو جرام الى ارتفاع متر والان يستعمل في الطبيعة وحدة أخرى وهى (الارج) وسنذكرها فيما سأتى ويمكن ان القوة تؤثر أحياناً في اتجاه مضاد لاتجاه المسافة المقطوعة وحينئذ لا يستعمل الاجزاء منها يختلف مقدارها في القوة والكثرة بحسب صغر وكبر الزاوية التي يفصلها المتحرك في المسافة فمثلاً اذا كانت عربة من عربات السكة الحديدية موضوعة على الشريط وجذبها حصان فالصعوبة التي يكابدها الحصان تكون أعظم في الاتجاه المتخفى منها في الاتجاه الموازى للشريط ولا يوجد أدنى نتيجة اذا كان الجذب في اتجاه عمودى على اتجاه الاشرطة وفي هذه الحالة لا يعتبر الا الجزء المستعمل من القوة

الات البسيطة - هى كل جسم أو مجموع أجسام معاق عن حركته بمانع ثابت يمكن بواسطته وضع القوى في حالة الموازنة مهما كان عظمها واتجاهها وبالنسبة لهذا الوضع لا يكون من الضروري ان القوى تعطى ناتجاً معادوما لاجل الموازنة اذ يكفي أن هذا الناتج يقابل المانع الثابت وينعدم بمقاومته

والآلة البسيطة هى المتكونة من جسم واحد صلب وهى ثلاث بالنسبة للمانع الذى يعوق حركة الجسم

الاولى الرافعة وهى التي يكون فيها المانع نقطة ثابتة يدور حولها الجسم بغاية السهولة في جميع الاتجاهات

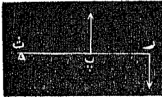
الثانية العيار وهو الذى فيه المانع عبارة عن مستقيم ثابت وجميع نقاط الجسم قابلة أن تفعل دوائر حول مراكز تكون على هذا المستقيم والاسطح عمودية عليه

الثالثة السطح المائل وفيه يرتكز الجسم وينزل على سطح متسع

## الروافع

الرافعة ساق مستقيمة غير قابلة للانثناء أو منحنية متحركة حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الارتكاز وعلى هذه النقطة تؤثر قوتان احدهما تسمى قوة والثانية مقاومة . والرافعة ثلاثة أنواع

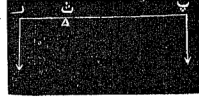
الاولى (شكل ١٩) تكون فيها نقطة الارتكاز موضوعة بين القوة  $P$  والمقاومة  $R$  الثانية (شكل ٢٠) تكون فيها المقاومة  $R$  بين القوة  $P$  ونقطة الارتكاز ث الثالثة (شكل ٢١) تكون فيها القوة  $P$  موضوعة بين نقطة الارتكاز والمقاومة  $R$  ويسمى طول العمود المتجه من نقطة الارتكاز على اتجاه أى قوة أو على اتجاه استقامتها ذراع الرافعة لاي قوة فمثلا كما في (شكل ١٩) ث  $R$  هو ذراع رافعة المقاومة و  $P$  ث  $P$  هو ذراع رافعة القوة



٢١ ث

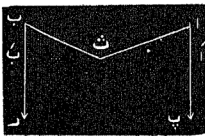


٢٠ ث



١٩ ث

(وشكل ٢٢) الذي يدل على رافعة منحنية الساق يكون الخط  $ث$  هو ذراع رافعة المقاومة  $R$  و  $ث$   $P$  هو ذراع رافعة القوة  $P$  وموازنة قوتين مؤثرتين على رافعة مؤسس



٢٢ ث

على القاعدة الآتية التي استكشفها (ارشميد) وهي أن القوتين المؤثرتين على رافعة يتوازن متى كانت نسبة بعضهما البعض على حسب عكس ذراع الرافعة المؤثرتين على طرفيها فمثلا  $R$  (شكل ٢٣) رافعة من النوع الاول فيها الذراعان غير متساويين وان الكتلتين

$M$  و  $m$  معلقة في طرفيها  $R$  و  $R$  وذراع الرافعة هما  $ث$  و  $ث$  فاذ افترضنا مثلا ان هاتين الكتلتين في حالة الموازنة يتحصل على  $\frac{P}{ث} = \frac{R}{ث}$  أى ان الكتلتين تكونان



٢٣ ث

على حسب عكس طول ذراعي الرافعة واذ افترضنا مثلا ان ذراع الرافعة  $ث$   $P$  أطول من ذراع  $ث$   $R$  ثلاث مرات فالكتلة  $m$  تكون أصغر من الكتلة  $M$  ثلاث مرات ولتوازنهما

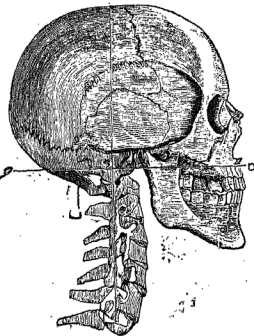
فينتج من هذه المساعدة انه اذا كان ذراع الرافعة متساوين ووضع في طرفها قوتان عموديتان يلزم أن تكونا متساويتين لاجل الموازنة وهذه هي الحالة التي تشاهد في الميزان المعتاد استعمال الرافع - للروافع استعمال عديدة في المنافع المعتادة ولها بعض تطبيقات طبية فالميزان المعتاد والقباني رافعتان من النوع الاول والمقراض بشعبتيه أيضا فالقوة هي الاصابع ونقطة الارتكاز هي المسمار الذي في الوسط والمقاومة هي المقروض ومن النوع الثاني الآلات المستعملة في الاشغال اليدوية عادة فان أغلب آلات الشغل تتعلق به



وذلك مثل العربية الصغيرة المرسومة في (شكل ٢٤) لان نقطة ارتكازها في نقطة ١ الملاصقة للارض والقوة في نقطة ص أي الجزء الذي يقبض عليه باليد والمقاومة هي الوزن أو الشيء الموضوع في العربية

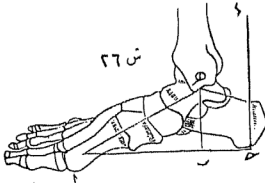
ومن النوع الثالث آلات تكون القوة بجهة الذراع الصغير وحينئذ يلزم فعل مجهود عظيم بالنسبة للمقاومة التي يرادها لكن أهميتها بالنسبة ليكون المقاومة تقطع مسافة أعظم من التي تقطعها القوة ولذلك يكتسب في السرعة ما يفقد في القوة

تطبيق الروافع على الأعضاء - في جسم الانسان جملة أمثلة للروافع من النوع الاول حالة الموازنة في الوقوف يكون الرأس في حالة موازنة على العمود الفقري والمفصل المؤخرى الحاملي يدل على رافعة من هذا النوع فيه نقطة الارتكاز



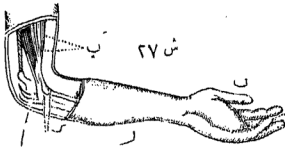
في ٥ (شكل ٢٥) والمقاومة هي وزن الرأس الموضوع الى الامام أعلى ذراع الرافعة ٥ والقوة هي عضلات القسم الخلفي للعنق والجنذع المرتكز على رأسي الفخذين يكون رافعة من النوع الاول نقطة ارتكازها المفصل والقوة والمقاومة في العضلات الموجودة في الجزء المقدم والخلفي وهي تحدث دوران الجنذع في اتجاه مضاد وهذا النوع من الرافعة نادر في حركات أطراف الانسان لكنه يشاهد بكثرة عند الحيوانات ذوات القوائم الاربع

أما النوع الثاني من الروافع فلا يشاهد منه عند الإنسان سوى حالة واحدة وهي أثناء رفعه جسمه عند ارتكازه على طرف قدمه فيشاهد بكثرة عند الإنسان أثناء المشي فيستعمله عند رفع جسمه مثل ما يستعمله عند رفع الأثقال فنقطة الارتكاز تكون في نقطة أ



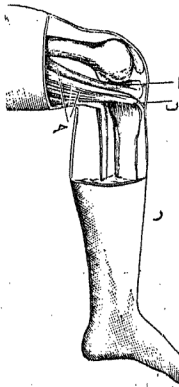
وهي نقطة اتصال مفاصل المشط بالإصابع (شكل ٢٦) والقوة هي عضلات سمانة الساق فتؤثر على حسب الاتجاه الرأسى و المقاومة هي وزن الجسم المؤثر في اتجاه القصبه هـ وذراعها هو أ ر

وأما الرافعة التي من النوع الثالث فهي الأكثر انتشارا وهي رافعة الحركه فتشاهد



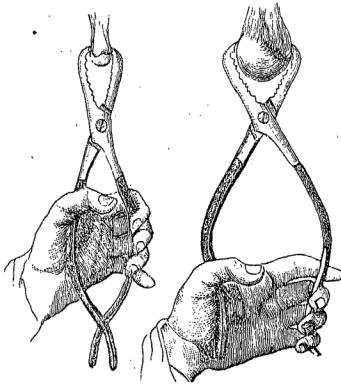
في أغلب الحركات الكلية والجزيئية خصوصاً في حركات الأثناء ففي حركة الأثناء الساعد على العضد (شكل ٢٧) تكون نقطة الارتكاز في أ وهي مفصل العضد مع الزند والقوة هي تأثير

العضلات ب القابضة وهي ذات الرأسين المقدمة العضدية المنسجمة في نقطة د وذراع



رافعتها يكون أ د و المقاومة هي وزن الساعد ونقطة تطبيقها تكون في مركز ثقل هذا العضو وهي نقطة ر وحيث يذ طول ذراع رافعة المقاومة عند رفع اليد أثقالاً فنقطة ر تتقدم فتؤثر طرف اليد إلى نقطة ب وبذلك تزداد القوة الضرورية بازدياد المقاومة ويطول ذراع الرافعة وعند حدوث قصر قليل في العضلات ب تكابد اليد تغيراً في مسافة عظيمة وفي أثناء الساق على الفخذ تحدث الظاهرة عينها فالمفصل أ يدل على نقطة الارتكاز (شكل ٢٨) والقوة تتكون من انقباض عضلات الفخذ المنسجمة في نقطة ب والمقاومة هي وزن الساق الموجود في نقطة ر كما في الشكل

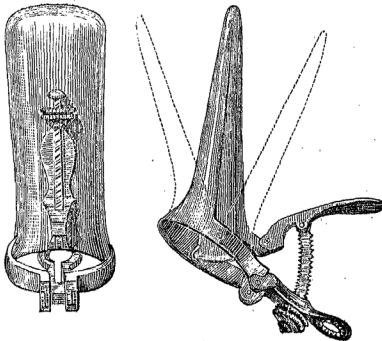
تطبيقات الروافع على الالات الجراحية - يوجد عدد كثير من الالات مؤسس على



ش ٢٩

قاعدة الروافع منها الالات الجراحية والالات الرافعة فن الاولى المقرض والجفوت والمقصات والكلمات والمنتظار الرجي فهذه الالات منسوبة الى النوع الاول من الروافع فاذا اريد مثلا فعل قوة عظيمة يعطى للشعبتين المعدتين للقبض على الجسم اولقطعه طول قصير جدا عن المقبوضتين باليد كافي المقرض وبعض الجفوت والمقصات والكلمات (شكل ٢٩)

وأما اذا اريد فعل مجهود قليل كافي المقصات والمنتظار الرجي (شكل ٣٠) فيعطى للطرفين طول يكون واحدا تقريبا وأحيانا تكون الشعبتان المقبوضتان باليد أقصر من الأخرى ومتى كانت الشعبتان القاطعتان للقص عظيمي الطول كان المجهود أعظم اذا كان الجسم المراد قطعه قريبا من محور الدوران



ش ٣٠

وعلى العموم تفتح الشعب وتغلق في آن واحد ويمكن الحصول على فتح احدها عند غلق الاخرى كما في المنظار الرجى ويكفى لذلك انحناء احدى الروافع أو انحناءهما بدون مساواة ولا تشاهد الروافع من النوع الثاني في الآلات الجراحية بل في بعض الآلات الاعشادية

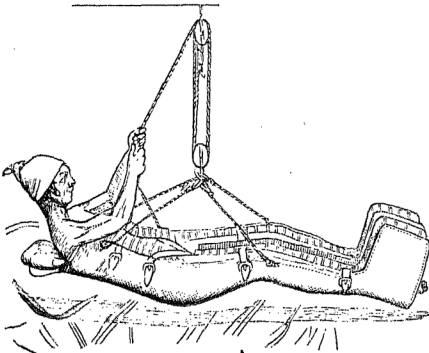


ش ٣١

كآلة المستعملة لتكسير البندق والجوز وتشاهد الروافع من النوع الثالث في جفوت التشریح لان القوة في الوسط وهي النقطة التي يتقبض منها الخفت باليد والمقاومة هي الجزء المقبوض عليه ونقطة الارتكاز هي نقطة اتصال الفرعين (شكل ٣١)

ومن الناحية الآلات الرافعة وهي ثلاث أنواع الآلة الرافعة الحقيقية وهي تدور حول محور أفقي ومعدة لرفع الاثقال وصعود المياة من الآبار والاحجار والملفاف الذي محوره رأسى ومعد لجرا الاثقال على الارض والبكرة التي شكلها على شكل بجلة وفي دائرتها ميزاب يقبل حبلا فالقوة والمقاومة تكونان في طرفي الحبل ويلزم لحدوث الموازنة ان تكون القوتان متساويتين وفائدة البكرة تغير اتجاه القوة وذلك ضرورى في بعض الاحوال وشكل البكرة هو شكل الآلة الرافعة المستعملة بالاكثري في الطب فتستعمل على شكل عيار

العيار - هو عبارة عن اجتماع بكرة بكرات موضوعة على محور واحد في وسط واحد يتكون العيار عادة من بكرتين مجموعتهما يكون سطحا فالعيار العلوى (شكل ٣٢) معلق في خطاف ثابت والاخر متحرك ويوجد في العيار العلوى حبل



ش ٣٢

ثابت ملتصق على البكرة الاولى من العيار الثابت ثم ينزل أسفل البكرة الثانية من العيار السفلى وهكذا ويوجد في طرفه الانتهاء المنفصل عن البكرة الاخيرة من العيار العلوى القوة والمقاومة المؤثرتان على خطاف ثابت من العيار المتحرك والقوة تساوى خارج قسمة المقاومة على عدد فروع الحبل والشجرة المستعملة في عملية ثقب الجمجمة وهى نوع من ثقب نعتن من الآلات الرافعة

### السطح المائل

اعلم ان كل سطح كَوْن مع الافق زاوية أقل من قائمه يسمى سطحاً مائلاً وكلما كانت هذه الزاوية حادة كانت سرعة الجسم الساقط أقل وبالعكس والجسم الثقيل اذا وضع على سطح أفقى استمر عليه في حالة الموازنة لانه يكون متأثراً بقوتين متضادتين احدهما ثقله والاخرى مقاومة السطح فاذا وضع على سطح رأس سقط بسرعة لان مقاومة السطح تكاد أن تكون مفقودة والمؤثرات انما هو ثقل الجسم واذا وضع على سطح مائل لا يبقى الثقل من مقاومة السطح بل يضعف وصورة السطح المائل مرسومة في (شكل ٣٣) فالسطح المائل



ش ٣٣

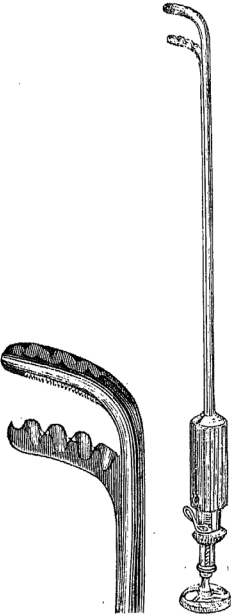
ث ا مكوّن مع الافق ا ب زاوية حادة ث ا ب والعمود الساقط ث ب من نقطة ث على الخط الافقى ا ب يدل على ارتفاع السطح المائل ومن نقطة ث الى ا يدل على طوله فاذا فرضنا أن متحركاً م ذا شكل مستدير موضوعاً على هذا السطح ومتأثر بثقله ب المنطبق عمودياً على مركزه في نقطة و لا يمكنه أن يتبع هذا الاتجاه حيث ان مقاومة السطح تمنعه ولكن هذا الثقل يتحلل الى قوتين ل و ف احدهما عمودية والثانية موازية للسطح فالقوة الاولى ل تفقد بمقاومة السطح والثانية ف هى الفعالة وتتكون متوازى الاضلاع للقوى و ف ب ل ينتج مثلثان و ف ب و ث ب ا قائم الزاوية متشابهان حيث ان زواياهما متساوية ويعطيان تناسب

$$\frac{و}{ب} = \frac{ث}{ا} \quad \text{أو} \quad \frac{ث}{ب} = \frac{ا}{ب}$$

فينتج من ذلك أن القوة الفعالة ف هى في الوضع الحقيقي للتحرك م وذلك مثل ارتفاع السطح المائل بالنسبة لطوله فحينئذ اذا كان ارتفاع السطح أقل ٢ و ٣ و ٤ مرات عن طوله فالقوة ف تكون ٢ و ٣ و ٤ مرات أصغر من قوة الثقل ب ومن ذلك ينتج أن سرعة

المتحرك على السطح تكون أقل من سرعته اذا سقط عموديا فيشاهد أن تلك المسافات تكون بالنسبة لبعضها مثل ١ و ٤ و ٩ وأما قانون السرعة فيتحصل عليه من قانون المسافات تطبيقات السطح المائل - من الآلات الجراحية ما هو مطبق على السطح المائل مثل الحقن والظالمبات ومقتات الحصاة (شكل ٣٤) والآلات البازلة

أهمية الآلات - من المهم معرفة النتائج التي يحصل عليها بواسطة الآلات فإنها تكون أحيانا سببا في موازنة أى قوة مهما كان عظمتها مع قوة أخرى أصغر منها بكثير فمثلا اذا فرض رافعة احد ذراعيها أطول من الذراع الاخر بعشرة أو مائة أو ألف مرة يمكن موازنتها بقوة أصغر منها ١٠ أو ١٠٠ أو ١٠٠٠ مرة والآلات الرافعة والعيارات وباقي الآلات يحصل منها على نتائج مشابهة لذلك نعم لا يكون الامر كذلك اذا كانت الآلة في حالة حركة لانه اذا أريد رفع ثقل بواسطة رافعة قوتها أصغر عشر مرات يلزم ان ذراع الرافعة يكون أطول عشر مرات فنقطة تطبيق القوة تقطع مسافة أكثر من المقاومة عشر مرات وحينئذ ما يكتسب من القوة يفقد في المسافة المقطوعة والشغل المتحصل يكون مساويا للقوة المستعملة ويشاهد ذلك في كل آلة متى اكتسبت حركة منتظمة وان الشغل المتحرك يساوى الشغل المقاوم



ش ٣٤

فالآلات لا تفعل حينئذ شغلا أزيد من الذي يفقد انما يزيد في احدى قسمي الشغل حسب الارادة فيكون إما في القوة أو في المسافة المقطوعة بشرط نقصان أحدهما بالنسب وذلك من القوائد العظيمة اذ به يمكن حصول شغل وبدونه يكون الحصول عليه مستحيلا أو صعب جدا وفي الحقيقة لم يتوصل من الآلات على تمام الغاية المطلوبة لان الشغل لا يستعمل بتمامه بل يفقد جزء منه في العمل وان النتيجة المتحصلة تكون دائما أقل من الشغل المتحرك فيفقد جزء منه



بالاحتكاك وجميع المقاومات القاصرة مع أن الشغل المحرك مساو لكمية الشغل المستعمل  
وشغل المقاومة و يعلم مما تقدم أنه يستحيل حصول حركة مستمرة أى انه متى ابتدأت الآلة  
في الشغل لا يمكن أن تستمر عليه الى الأبد بدون أن يعطى لها شغل ولا يمكن أن تعطى شغلا  
أعظم من الذى يعطى لها

نظرية القوة الحية - متى كانت نقطة مادية فى أى حركة كانت فنتائج كلتها فى مربع  
سرعتها يسمى القوة الحية وحينئذ لا سر يكون هو القوة الحية ويعبر بهذه الكيفية  
عن القوة الحية لجسم جميع أجزائه متأثرة بسرعة واحدة والقوة الحية ليست فى الحقيقة قوة  
بل هى عظم أى مقدار مخصوص من أشكال القوة وسأأتى التعبير عنه

وقد بينوا أن مجموع شغل القوى المؤثرة على جسم يساوى نصف تغير القوة الحية لهذا  
الجسم وهو الذى يقال له نظرية القوة الحية وهى من المهمات فى الميكانيكا ومن ذلك ينتج أن  
الشغل الذى يتحصل عليه من جسم يكون متناسبا مع كتلته وسرعته فى آن واحد فمثلا  
الآلة المسماة (مولوت) المعدة للطرق على الخوابير وهى عبارة عن كتلة صغيرة من الحديد  
الزهر معلقة فى جبل مار على بكر فيجذب به جله أشخاص لرفع الكتلة المذكورة ثم يتركونه فجاءه  
فتسقط الكتلة على رأس الخابور فيغرس من شدة المصادمة فى هذا الجهاز يكون الشغل  
الحاصل ليس متعلقا بالكتلة ووزن الجسم فقط بل متعلق بالارتفاع الذى وصلت اليه  
الكتلة وسرعته لان النتيجة المتحصلة تكون أعظم من التى يتحصل عليها اذا وضعت الكتلة  
الحديدية على رأس الخابور بدون مصادمة وكذلك التلف الذى يحصل من كلة المدفع عند  
مصادمته الحائط يزيد بقدر مساو لسرعة المقذوف

الشدة - هى خاصية فى الجسم بها يحدث شغلا فالحجر الساقط وكلة المدفع المقذوفة  
وماء النهر تحدث شدة لان سقوط الحجر ومصادمة الكلة المانع وادارة الماء الطاحونة تحدث  
شغلا وفى هذا المثل تكون الشدة واضحة وتسمى الشدة الحالية فشدة الجسم الحالية  
تساوى قوته الحية ويمكن مشاهدتها بكيفية أخرى وهى اذا علق ثقل فى ارتفاع شوهد فيه  
الشدة لانه اذا قطع الحبل المعلق فيه الجسم سقط الجسم المذكور وأحدث أثناء سقوطه شغلا  
وكذلك اذا شد زبلات ثم ترك ونفسه حصل فيه حركة ومصحوق البارود اذا التهب ربحى  
المقذوف فشدة هذه الاجسام التى هى خفية أو كامنة تختلج باختلاف طبيعتها واشكالها  
أو بوضعها وبحسب الاحوال يمكن ان تستحيل الى شدة حالية ولاجل تمييزها عن غيرها يقال  
لها الشدة المكتسبة

ومشاهدة الظواهر تدل على ان الشدة الحالية والمكتسبة لجسم تستحيلان دائماً بالعكس احدهما الى الاخرى بحسب ان مجموعهما يكون ثابتاً فاذا قذف حجر في الهواء بدون سرعة فان سرعته تأخذ في التناقص وتقص شدة الحالية عند صعوده وبسقوطه على الارض يحدث شغلا يزاد في العظم وتأخذ شدة المكتسبة في الازدياد وأحياناً تنقص الشدة المكتسبة والحالية في آن واحد وبمشاهدة الظواهر يشاهد ظواهر خاصة أخرى كالحرارة والضوء والكهربائية ومنها يظهر ان الشدة قد اختلفت واستعصت بظواهر مخصوصة ولذلك ان الكمية من الشدة يمكن استعاضتها بكمية ثابتة من الحرارة تكافئها فكمية الشدة اللازمة في الكون تكون حينئذ ثابتة لا يمكن حذف جزء منم ولا حدوث كمية جديدة أخرى بل يمكن استعمالها فقط وحفظ المادة والشدة هما القاعدتان العظيمتان في العلم الحالى ويختص علم الكيمياء باستعمال المادة وعلم الطبيعة باستعمال الشدة

### المقاييس

#### ( المقاييس المطلقة )

قياس العظم هو البحث عن الكمية التى احتوى عليها الجسم من الوحدات التى من نوعه فقط فعدد الوحدات أو كسور الوحدة يدل على عظم وقلة الجسم المبحوث عنسه ويمكن قياس العظم بطرق مختلفة بوحدة ما خوزة بوجه تفرى بى بحيث لا يوجد بينها دى ارتباط وان هذه الوحدات معينة بطريقة محكمة فكان المستعمل قديماً فى قياس الاطوال التواز وفي الاسطحة القصبة وفي الاجسام المتكاييل ولم يكن لهذه المقاييس ارتباط ببعضها ومع ذلك فباختبار الوحدات المختلفة التى لها ارتباط ببعضها يسهل القياس وتكون النتيجة سهلة ونوع هذا المجموع من القياس يقال له القياس المطلق والمجموع المترى هو أحد الامثلة

نوع الوحدات س ج ح - قد اختارت جمعية الكهربية المنعقدة فى (باريس) سنة ١٨٨١ نوع قياس مطلق حصل الاتفاق عليه الآن وهو انهم احوالوا الوحدات المتفق عليها الى وحدات صغيرة وهى وحدة الطول والكتل والزمن فالاولى هى السنتيمتر أى جزء من مائة فى درجة الصفر من المتر المعين ووحدة الكتل هى الجرام أى الجزء من الالف من الكيلوجرام المعين ووحدة الزمن الوسطى هى الثانية أى  $\frac{1}{86400}$  من اليوم الشمسى المتوسط وبنسبته لهذه الوحدات قدر من لكل منها بحرف للاستدلال عليه فالحرف س يدل على السنتى وح ج على الجرام و ث على الثانية

وخلاف هذه الوحدات الأصلية يوجد وحدات مستنتجة منها بحيث يكون بينها ارتباط بسيط جدا

فمثلا وحدة السرعة هي وحدة سرعة المتحرك الذي يقطع مسافة قدرها سنتيمتر في مدة ثانية ووحدة السرعة المتزايدة هي السرعة المتزايدة لجسم متحرك بحركة منتظمة متزايدة تزيد سرعته سنتيمتر في كل ثانية

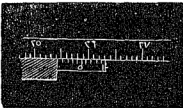
ووحدة القوة التي تحدث وحدة السرعة في جسم متحرك فيه وحدة الكتلة تسمى (دين) والجرام يعادل ٩٨١ دين فيكون الدين حينئذ أرق من المليلجرام تليلا ومعنى الدين القوة ووحدة الشغل هي الكمية من الشغل الناتجة من وحدة القوة التي تغير نقطة تطبيقها من سنتيمتر الى آخر في اتجاهها الخاص وهذه الوحدة تسمى (إرج) ومعناها الشغل وهي تقرىبا عبارة عن الشغل الناتج من ملليجرام واحد ساقط من ارتفاع قدره واحد سنتيمتر ويستعملون عادة مضاعفات الارج التي تسمى (ميچرج) أعنى ١ مليون إرج والكيلوجرام متر يساوى ٩٨ (ميچرج)

### آلات القياس

قياس الاطوال - المقاييس المستعملة في الطبيعة معدة لقياس الاطوال خصوصا قياس الكتل والزمن وقد تعين لذلك ثلاث وحدات أصلية للقياس س ج ث فالزمن يتعين بالساعات والكر ونومتر ذى الحركة المنتظمة وفي الغالب بالبندول وقياس الكتل يتعين بالميزان الذى نذكره فيما سيقى وانذ كر هنا الآلات المستعملة لقياس الاطوال فنقول

تعين الاطوال عادة بواسطة المتر الاساسى المقسم الى سنتيمتر ومليمتير بواسطة آلة التقسيم التى سندكرها

الفرنيزيه - هذه الآلة كما في (شكل ٣٥) عبارة عن مسطرة صغيرة تتحرك على



شكل ٣٥

مسطرة مقسمة وهي تدل على كسور المليمتر ولاجل الحصول على (فرنيزيه) تقابل العشريين ابتداء على المسطرة الصغيرة طول قدره ٩ مليمتر ثم تقسم هذا الطول عشرة أجزاء متساوية يساوى كل منها حينئذ  $\frac{9}{10}$  مليمتر وبوضع

المتر في مقابلة الطول المراد قياسه يشاهد ان الطول مثلا بين ٢٥٤ و ٢٥٥ مليمتر فتعين هذا الكسر من المليمتر لى (الفرنيزيه) الى انتهاء طرف الطول ويبحث عن موافقة أحد هذه الأقسام

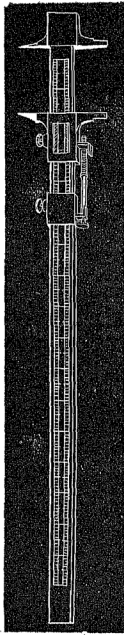
مع أقسام المسطرة فإذا فرضنا أن العدد الثالث من التقسيم هو الذى توافق مع تقسيم (القرنييه) ومعلوم أن كل قسم من أقسام (القرنييه) يعادل  $\frac{9}{1}$  ملليمتر فالعدد الثانى من تقاسيم (القرنييه) يكون بعيدا عن التقسيم القريب من المسطرة بمسافة قدرها  $\frac{1}{1}$  ملليمتر وكذلك التقسيم الأول بمسافة قدرها  $\frac{1}{1}$  ملليمتر ونقطة الصفر تكون بعيدة عن الرقم ٢٥٤ بمسافة  $\frac{3}{1}$  ملليمتر فحينئذ إذا كان هذا التقسيم الثالث هو المطابق لتقسيم المسطرة فالكسر المبحوث عنه يكون  $\frac{3}{1}$  ملليمتر

ويشاهد أحيانا أن التقسيم الثالث والرابع من القرنييه يكون منحصر بين رقين متوالين من المسطرة وحينئذ لا يوجد أدنى توافق وبذلك يكون الكسر المبحوث عنه ما بين ٣٠ و ٤٠ من المليمتر لان الطول المبحوث عنه أكبر مما إذا حصل التوافق فى التقسيم الثالث وأصغر من التقسيم الرابع وبذلك يقدر بالقيمة ٣٥ من المليمتر

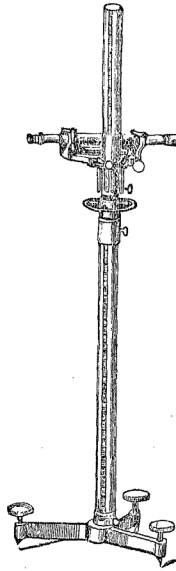
واصنع (قرنييه) تقابل  $\frac{1}{1}$  من المليمتر يؤخذ طول قدره ١٩ ملليمتر ويقسم ٢٠ جزءا متساوية ويستعمل كذلك (قرنييه) مستديرة لقياس الزاوية مؤسسة على القاعدة عينها الكاتيتومتر - هوالآلة معدة لقياس المسافة الرأسية لنقطتين سواء كانتا موضوعتين على رأسى واحد أو لا وهو مكون كفى (شكل ٣٦) من نظارة صغيرة فلكية تنزلق على محور رأسى يدور على محوره فيوضع المحور فى الوضع الرأسى ابتداء والنظارة فى الوضع الافقى وهذا المحور مقسم الى مليمترات والقطعة المتحركة الحاملة للنظارة توجد بها (قرنييه) فنثبت النظارة فى ارتفاع بحيث أن صورة إحدى النقط تتطابق مع نقطة تصالب خيطين رفيعين يوجدان فى الآلة ومن ذلك يعلم أن هذه النقطة تكون على خط مستقيم محدود هو المحور البصرى وبواسطة تقاسيم المحور والقرنييه يعين وضع النظارة ثم يغير وضعها بإدارة المحور الرأسى على نفسه إذا كان لذلك ضرورة حتى أن صورة النقطة السامية تأتى وتطبق على نقطة تصالب الخيطين ويعين وضع النظارة فالنقطة بين التعيين الأول والثانى يدل على الارتفاع الذى تغير فيه وضع النظارة وهو المسافة الرأسية للنقطتين المنظورتين

ومن الآلات العديدة المستعملة لقياس الأطوال القديمة ذات المنقار والبرجل الممد لقياس السمك فالقديمة ذات المنقار هى كفى (شكل ٣٧) مكونة من مسطرة مقسمة الى مليمترات تنتهى بمنقار رأسى ويوجد منقارا آخر مشابه له محمول على حاسب متحرك مكون من جزأين وفيه (قرنييه) فيوضع الطول المراد قياسه بين المنقارين ثم يقرب المنقار المتحرك حتى تحصل ملاسة المنقارين لاطرف الطول المراد قياسه وذلك بتثبيت القطعة السفلى للحاسب المتحرك

بواسطة برمة وتحرك القطعة العليا بواسطة برمة موازية للسطرة حتى تحصل الملامسة كما ذكرنا ويوجد نوع آخر من هذه الآلة بهجلة مناقير ممتمة بأسنمة مستعملة لقياس حساسية الجلايسى (الاستيريومتر)



ش ٣٧

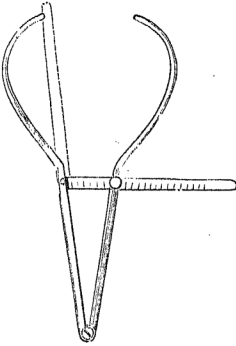


ش ٣٦

وأما برجل السمك فهو كما في (شكل ٣٨) سهل الاستعمال لانه معد لقياس طول وقطر الجسم الذي يوضع بين طرفيه ثم تقاس المسافة بين الطرفين بواسطة مسطرة مدرجة وبذلك يتحصل على الطول المطلوب

البرمة الميكرومترية - من آلات القياس ما يكون مؤساعلى خاصية البرمة والصامولة

وهى قطعة من الحديد أو النحاس أو الخشب تدخل فيها البرمة على هيئة برعة فى بعض الاجهزة تكون الصامولة ثابتة والبرمة متحركة فى اتجاه مواز لاتجاه محورها الرأسى وبدورانها دورة تامة تحدث تقديما طوله يوازى حركتها وأحيانا تكون البرمة ثابتة أى انها تدور على محورها من غير تقديم أو تأخير والصامولة هى المتحركة حركة موازية لمحور البرمة بدون أن تتحرك معها وبهذا الوضع تكون الصامولة كافية لتقدم طوله يوازى حركتها عند دورانها

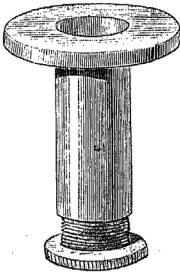


ش ٣٨

ولاجل القياس تستعمل برمة مضبوطة ذات حركة دقيقة جدا كنصف المليمتر مثلا أثناء حركة تامة وهذا هو المعبر عنه بالبرمة الميكرومترية

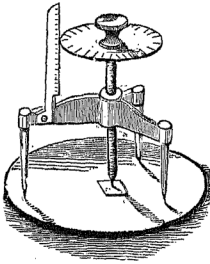
ومن ضمن تطبيقات البرمة الميكرومترية نذكر هنا (الميكرونوم) المستعمل فى القطوعات

الرقمية المراد البحث عنها بالميكروسكوب فهو مكون من قطعتين تدخل احدهما فى الاخرى بحركة كحركة البرمة الدقيقة جدا كفى (شكل ٣٩) فيوضع الجسم المراد البحث عنه بعد فعل تجهيزات مخصوصة يدل عليها التشرح الميكروسكوبى فى الانبوبة ثم يفعل قطع ابتدائى بواسطة موس يراعى على سطح القرص الموجود على الانبوبة ثم يدفع الجسم فى باطن الانبوبة شيئا فشيئا بواسطة البرمة ويفعل القطع بعد كل حركة من حركات البرمة بحسب القطع المراد الحصول عليه



ش ٣٩

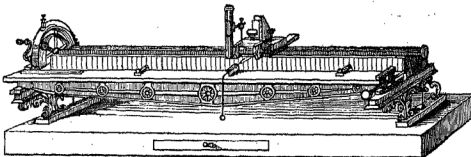
الاسفيرومتر - هو آلة معدة لقياس قطر كرة وفي الغالب يستعمل لقياس سمك الصفائح ذات الاسطح المتوازية وهو مكون من برمة متحركة ذات صامولة ثابتة شحولة على حامل ذي ثلاث قوائم متوازية كافي (شكل ٤٠) والبرمة الرأسية تنهى من جرحها السفلى بسن رفيع ومن جرحها العلوي بقرص عظيم دائرية مقسمة الى خمسمائة جزء متساوية فاذا كانت حركة البرمة تقابل نصف ملايتر تقدم القرص  $\frac{1}{10}$  ملايتر عند دوران كل قسم ويحمل أحد قوائم البرمة مسطرة رأسية مقسمة الى انصاف ملايتر ملامسة حافة القرص معدة لتعيين عدد الدوران الذي يحصل لرفع البرمة أو خفضها وكسور الدوران تعلم من أرقام التقاسيم الموجودة



س ٤٠

أمام الحد القاطع للمسطرة ولاحصل قياس ثخن صفيحة ذات أسطح متوازية بواسطة (الاسفيرومتر) نضع الصفيحة على قرص من زجاج مستو جديدين قوائم الجهاز الثلاث ثم نخفض البرمة الميكرومترية حتى أن طرفها يلامس الصفيحة ملامسة تامة ثم نعين درجات القرص التي تقابل المسطرة المستعملة كدليل ثم نرفع الصفيحة ونخفض البرمة حتى يلامس طرفها قرص الزجاج فعدد الدورات الكاملة أو الكسرية التي أنخفضت البرمة يدل على ثخن الصفيحة

آلة التقسيم - هي معدة لقياس طول أو تقسيمه الى عدة أقسام وتكون كافي (شكل ٤١) من برمة ثابتة تدور على نفسها بدون تقدم أو تأخر ومن صامولة متحركة موضوعة على عربة تحرك على شريطين من الحديد أفقيين فيوضع الجسم المراد تقسيمه على هذه العربة



ش ٤١

ولاجل قياس طول يثبت على جانب الجهاز ميكروسكوب ثم تحرك العربة حتى ان أحد أطراف هذا الطول يتوافق مع نقطة تصالب الخليطين ثم يعين وضع البرمة بالضبط ثم يدار الجهاز حتى ان الطرف الآخر للطول يكون صورة في نقطة التصالب فعدد الدورات الكلى أو الكسرى المفعول بالبرمة يدل على الطول المبحوث عنه ويقاس عدد الدورات الكاملة بتقسيم النصف مما يثيرات الموجودة على حافة العربة بعد معرفة النقطة الابتدائية بحاسب ثابت ويتحصل على كسور الدورات بواسطة حلقة كبيرة مقسمة توجد في رأس البرمة وتدور أمام حاسب أيضا وتدور بالجهاز يد

ولاجل تقسيم طول يتبدأ بتيأسه ثم يوضع الميكروسكوب ويعين خط بواسطة سكينه بعد كل دورة من دورات البرمة التي تحدث تقدم العربة بقدر طول يساوى كل تقسيم مراد الحصول عليه وبوضع شخص مخصص يمكن الحصول على تقسيم متساو منتظم وهذا الوضع مختص بعلم الميكانيكا

### التثاقل

جميع الاجسام لها وزن - متى تركت الاجسام ونفسها بالقرب من سطح الارض سقطت نحوها وذلك دليل على أنها ذات وزن فالتثاقل هو كل سبب تجذب عنه هذه الحركة وقد فسر سقوط الاجسام (نيوتون) ومن معه بأن جميع جزئيات المادة يجذب بعضها البعض بنسبة مجموع كتلتها وعلى حسب عكس مربع المسافات وينطبق هذا القانون على سقوط الاجسام وحركات الافلاك

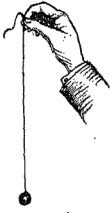
والتثاقل ليس هو الاحالة من الثقل العام وبعض الاجسام كالذخان والقباب الممتلئة بالايدي وحين عوضا عن كونها تسقط نحو الارض ترتفع في الهواء وهذا استثناء ظاهرى فقط فان سببه ~~كون~~ الاجسام المنغمورة في الهواء تسكب منه دفعة اتجاهاها مضادا لاتجاه الثقل وفى هذه الحالة تكون الدفعة أعظم منه وسنذكر بالتجربة تأثير الثقل وتعيين اتجاهاه وشدته ونقطة تطبيقه

اتجاه الثقل - اذا علق خيط قابل للانثناء من أحد أطرافه في نقطة ثابتة وأثرنا على طرفه الاخر بأى قوة كانت فالحيط ينشد أخذاً للاتجاه المؤثرة فيه القوة بحيث ان المقاومة تكافئ القوة المؤثرة عليها وهذه الطريقة البسيطة تسمح بتعيين اتجاه الثقل فان كان خيط معلق في نقطة ثابتة وعلق في طرفه الاخر جسم ثقيل ذو حجم صغير فان اتجاه الخيط يدل



على اتجاه الثقل متى كان في حالة الموازنة وهذا الجهاز الصغير يسمى خيط الرصاص (شكل ٤٢)

واذا وضع خيط الرصاص أعلى إناء ممتلئ بسائل كالماء والزئبق مثلا شوهد أن صورة الجهاز المتكونة في السائل تكون على امتداد الخيط نفسه وذلك بالنسبة لقوانين انعكاس الضوء فهذا دليل على أن خيط الرصاص عمودي على سطح السائل وان السطح المذكور أفقي والخط رأسي وحقيقة إذا اعتبرنا سطحاً متسعاً من الماء فان السطح لا يكون أفقياً بل منحنيًا وتقريباً كروياً يدل على سطح الأرض لكن بالنسبة لامتداد قليل بل فالانحناء يكون مهملاً ومن ذلك ينتج أن الأعمدة المقامة من نقط الأرض المختلفة لا تكون متوازية وذلك باعتبار أن الأرض كروية وحينئذ تتقابل الأعمدة المذكورة في المركز ومع ذلك إذا اعتبرنا خيطين من الرصاص متقاربين جداً من بعضهما فالزاوية المتكونة منهما تكون مهملة ويمكن اعتبارهما متوازيين



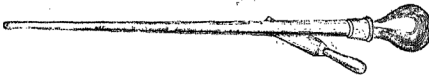
وبالقرب من الجبل المرتفع يكون تأثير جذب كتلته عظيماً بحيث يمكنه حدوث تغير خفيف في حالة الموازنة

مركز الثقل - إذا جرى جسم إلى أجزاء صغيرة سقطت هذه الأجزاء نحو الأرض ومن ذلك يعلم أن الجسم مكون من جله أجزاء صغيرة ذات وزن وإن تأثير الأرض يعلم بحجمه قوى مساوية لقوى جزيئات الجسم ومن حيث أن جميع هذه القوى رأسية ومتوازية فيمكن استعاضتها بنتائج وحيدة غمودية أيضاً يسمى وزن الجسم ونقطة انطباقه تسمى مركز الثقل

تعيين مركز الثقل - من الاجسام المتجانسة أي التي تركيبها واحد في جميع نقاطها لا يتعلق مركز الثقل إلا بالشكل لا بالجوهر والهندسة تساعد في بعض الأحوال على تعيين وضع هذه النقطة فمثلاً إذا كان الجسم له مركز هندسي مثل كرة أو أسطوانة فمركز ثقله ينطبق على هذه النقطة وإذا كان له محور أو سطح متمائل فمركز ثقله يوجد على هذا المحور أو في هذا السطح ويمكن إسهمولة مشاهدة أن مركز ثقل المستقيم يوجد في وسطه وفي المثلث في نقطة تقابل المنصفات وفي السطح من تقابل المنصفات أيضاً وفي الهرم أو المخروط على الخط الواصل من القمة إلى مركز ثقل القاعدة في ربع هذا الخط مبتدأً من القاعدة

وإذا كان الجسم غير منتظم الشكل وتعذر على الهندسة تعيين مركز الثقل فتستعمل التجربة وهي أن يعلق الجسم بواسطة خيط ومتى حصلت الموازنة كان مركز الثقل على اتجاه استقامة الخيط بحيث أن الوزن يعدم بشد الخيط ثم تعين هذه الاستقامة على سطح الجسم بقدر الامكان ثم يبتدأ بتعليق الخيط من نقطة أخرى وتعين هذه النقطة والخطان الممتدان من النقطتين يتقاطعان في نقطة هي مركز الثقل

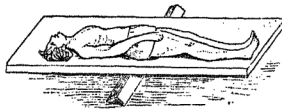
ويوجد طريقة أخرى وهي التي صار تطبيقها على جسم الانسان وتختصر في وضع الجسم على ضلع منشور مثلث بحيث يبقى في حالة الموازنة فمركز الثقل يكون حينئذ في السطح الرأسى الذى يربط هذا الضلع والجسم الموجود في (شكل ٤٣) له محور متمائل وتجربة واحدة تدل على مركز ثقل الجسم واذا لم يكن هنالك متمائل فتمفعّل العملية ثلاث مرات وبذلك يتحصل على ثلاثة أسطح تتقاطع في مركز الثقل



ش ٤٣

وبالنسبة للأجسام الغير متجانسة تكون المسألة متضاعفة ولذلك يلجأ الى التجربة أو يعتبر كل جزء متجانس على حدته ويعين مركز ثقله ثم يتحصل على ناتج مجموع هذه القوى المختلفة

مركز ثقل جسم الانسان - البحث عن هذا المركز ينسب الى (بوريللى) و (ويبر) فانهما استعملتا الطريقة المتقدمة وذلك بوضع عرضة من الخشب على حديد سكينه حتى صارت العرضة المذكورة في حالة الموازنة ثم وضع عليها شخص ملق على ظهره وكان حذاء السكينه عموديا على طول الجسم كافى (شكل ٤٤) فشوهذا مركز الثقل في السطح الرأسى على العمود



ش ٤٤

الفقرى مارا تقريرا من وسط الفقرة الاولى القطنية ويكون أيضا في السطح المتوسط المقدم



ش ٤٥

الخليق وهو سطح تماثل مقدم تقريرا وكذلك يستغنى عن فعل تعيين آخر اذا نظر الى الوضع الرأسى الذى يكون فيه الجسم في حالة الموازنة على رأسى الفخذين فمركز الثقل يكون حينئذ في سطح رأسى عمودى على المتقدم مارا بمحور دوران الحوض على رأسى الفخذين وبمعين هذه الانواع الثلاثة يرى أنها تقاطع في نقطة أسفل من السطح الافقى المار من المضيق المتسكونة زاويته من الفقرة الاخيرة القطنية والعجز كفى (شكل ٤٥) وفي هذا التعيين مفروض ان جسم الانسان غير متحرك كأنه مجموع صلب وفي المشى أو الجرى لا يكون الامر كذلك فيكون الجسم ذا مفاصل ووضع مركز الثقل يتغير في كل وقت

موازنة الاجسام الكثيفة - قد ذكرنا ان تأثير الثقل على الجسم يمكن ان يعلم بناتج وحيد عمودى مساو لوزنه مؤثر على مركز ثقله ولأجل فعل الموازنة يكتفى وضع قوة مساوية مضادة للاتجاه منطبقة على النقطة نفسها ويمكن الحصول على هذه النتيجة بثلاث طرق مختلفة وهى تثبيت مركز الثقل بخط أو بمحور أو بسطح ثابت ففي الحالة الاولى متى كان جسم معلقا بخط فلا يمكنه ان يكون في حالة الموازنة الا اذا كان الخط عموديا ومركز ثقل الجسم في اتجاهه

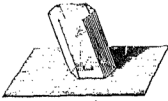
وفي الحالة الثانية اذا كان جسم صلب مثبتا بمحور أفقى يمكنه ان يدور حوله فلا يحصل الموازنة الا اذا كان مركز الثقل يمر بالمحور ويمكن الحصول على هذا الشرط بثلاث طرق مختلفة أيضا ومنها نتيج ثلاثة أنواع من الموازنة وهى موازنة متعادلة أى مطلقة وموازنة ثابتة وموازنة غير ثابتة

أما الموازنة المتعادلة أى المطلقة فهى التى يكون فيها المحور مارا من مركز الثقل وحينئذ يسهل مشاهدة الجسم في حالة الموازنة في جميع الاوضاع التى يعطها حيث ان مركز ثقله ونقطة الارتكاز ينطبقان على الدوام

وأما الموازنة الثابتة فهي التي يكون فيها مركز الثقل أسفل المحور لأنه متى بعد الجسم عن نقطة الموازنة تميل على الدوام الى الرجوع اليها بعد فعله جولة تذبذبات حوله امام مساهمة التذبذبات البندول

وأما غير الثابتة فهي التي يكون فيها مركز الثقل أعلى المحور لأنه متى بعد الجسم قليلا عن نقطة الموازنة لا يعود اليها ثانية

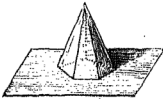
وفي الحالة الثالثة اذا كان جسم كثيف فوق سطح أفقي أو على الارض فهذا الجسم تارة يلامس هذا السطح في نقطة واحدة وذلك مثل كرة ولاجل أن يكون هذا الجسم في حالة الموازنة يلزم أن يكون العمود الساقط من مركز ثقله مارا بنقطة الملامسة وتارة يلامسه ببجمله



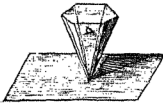
ش ٤٦



ش ٤٧



ش ٤٨



ش ٤٩

نقط كما في (شكل ٤٦) ويتوصل هذه النقطة متى بكيفية بها يتكون كثير الزوايا المحذب يلزم لاجل الحصول على الموازنة أن يكون العمود الساقط ح من مركز الثقل واقفا باطن القاعدة التي لكثير الزوايا ومتى وضع جسم على سطح أفقي يرى كما في الاحوال السابقة ثلاثة أنواع من الموازنة أيضا مطلقة وثابتة وغير ثابتة فتي كان مركز ثقل الجسم لا يصعد ولا ينخفض في الاوضاع المختلفة التي يمكنه أخذها فهي مطلقة مثل كرة مستديرة متجانسة كما في (شكل ٤٧)

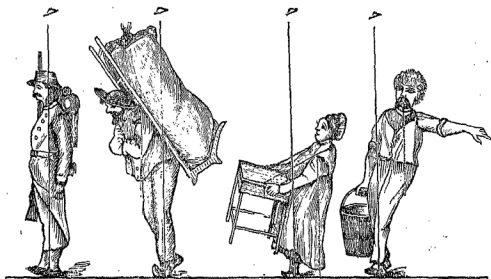
ومتى كان مركز الثقل أكثر انخفاضا عن الاوضاع الاخر التي يمكن الجسم أخذها فهي ثابتة وذلك كهرم موضوع على قاعدته كما في (شكل ٤٨)

واذا كان مركز الثقل أكثر ارتفاعا عما في الاوضاع الاخر فهي غير ثابتة وذلك كهرم منتظم مرتكز بقته على سطح كما في (شكل ٤٩)

وعلى العموم يمكن أن يقال ان كل جسم موضوع على سطح يضرب أكثر ثباتا كلما كان مركز ثقله أكثر انخفاضا وقاعدته أكثر اتساعا

ميكانيكية الوقوف - متى كان الانسان واقفا اعتبر جسمه كأنه صلب فيلزم حينئذ أن الخط الرأسى - الساقط من مركز ثقله يقابل الارض في باطن قاعدة الوقوف التي هي عبارة عن سطح القدمين الباطن والمسافة الكائنة بينهما فتحدد من الجانبين بمحافتي القدمين الوحشيتين ومن الامام بالخط الضام لطرفي القدمين ومن الخلف بالخط الضام للعقبين وكلما كانت هذه القواعد أكثر اتساعا كان الجسم أكثر ثباتا وكانت الاقدام أكثر تباعدا ولأجل أن يحفظ الجسم هذا الوضع يلزم أن لا تتنى المفاصل لان انقباض العضلات لا يبقى في هذه الحالة مدة طويلة إلا بمساعدة وهو توتر الاربطة وتأثير النقل أيضا لان متصل القدم وحده يلزم له مساعدة عظيمة من عضلات الساق والوقوف غير المتماثل أى الحرقفي لا يحتاج لجهود عضلى مثل الوقوف المتماثل وإذا يستعملونه كثيرا اذا كانت مدة الوقوف طويلة

وإذا حمل الشخص حملا فترتقل الجسم بتغير وينحيز الجسم على الانحناء بطريقتهما يعيد مركز النقل أعلى من قاعدة الارتكان فإذا حمل حملا على ظهره مثلا انحنى الجسم الى الامام (شكل ٥٠) وإذا حمل على أحد كتفيه مال الى الجهة المضادة وإذا كان الحمل على الرأس وهو الجزء الذى يحمل عليه غالبالان ينحى عنه أدنى تغير في وضع مركز النقل



ش ٥٠

والوقوف على احدى القدمين يكون متعبا لان قاعدة الوقوف تكون قليلة جدا والموازنة غير ثابتة وكذا الوقوف على أطراف الاقدام ومتى كان الشخص جالسا على ركبتيه وجسمه منتصب فوزن الجسم يكون محمولا بكتفيه على أسطح الركبتين الملامسة للارض التي هي قليلة الاتساع وغير ثابتة لهذا الوضع فيكون مؤلما جدا ويكون أخف من ذلك اذا وجّه

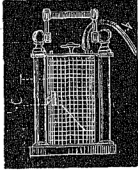
الشخص حوضه الى الخلف لارتكازه على العقبين فان حمل الجسم يتشرب حينئذ انتشارا عظيما على قاعدة الوضع التي هي عبارة عن متوازي الاضلاع اطرافه المقدمة هي الركبتان والظهرية طرفا القدمين

ومتى كان الشخص جالسا والظهر غير مستند فوضع الرأس والجذع يكون كفي الوقوف والساقان لا يحملان شيئا فان جميع المجهود يتركز في العضلات المسانعة لانشاء الحوض على الفخذين والموازنة تكون ثابتة ومركز الثقل يكون قريباً من قاعدة الارتكاز ومتى كان الشخص نائماً فوزن الجسم يكون متوزعاً على قاعدة عظيمة ومع ذلك اذا كان الشخص موضوعاً على سطح صلب فعدد النقاط الملامسة له يكون محدوداً ولا يتأخر الشخص عن الاحساس بألم ناشئ عن الضغط وليس الامر كذلك اذا كان موضوعاً على جسم رخولان الملامسة تحصل في جميع نقط الجسم والضغط يتشرب على جميع نقط الملامسة

المشي - في حركة المشي ينتقل الجسم الى الامام بحركة الساقين المتعاقبة الناشئة من انجذاب احداهما الى الامام بحركة تشبه حركة البندول وأما الاخرى فتتركز على الارض حاملة وزن الجسم فاذا فرضنا أن الطرف الايسر متأخر شاهداً ان عقبه يرتفع شيئاً فشيئاً حتى يتركز على الارض باطراف السلاسل فالحركة الناشئة من توتر العضلات والاربطة تدفع الحوض والجذع الى الاعلى والامام ومركز الثقل يتجه أيضاً الى الاعلى والامام وفي هذه الحالة يتركز الجسم على الطرف الايمن المتقدم وينتقل الايسر الى الامام بدون احتكاك على سطح الارض بدورانه حول المفصل الحرقفي الفخذى كحركة البندول يأخذ وضعا رأسياً لاجل أن يحمل الجذع ثم يبتدىء الطرف الايمن بفعل الحركة عيماً من أولها الى آخرها وهكذا عند كل انتقال ومتى كان مركز الثقل يحمل على ساق واحدة فيكون في حالة الموازنة ويميل أن يسقط الى الامام ان لم يكن مستنداً في الحال بالساق الاخرى التي تلامس الارض

الجرى - قد شاهدنا ان الجسم لا يترك الارض بالكلية أثناء المشي بخلافه في الجرى فانه في بعض الحركات يتركها بالكلية ويلامس الارض بكل قدم على التعاقب وفي المسافة بين الملامستين يكون الجسم منقذاً الى أعلى كفي الوثب ومتى تمهيا الشخص للجرى حمل جميع وزن جسمه على الطرف الموضوع الى الامام والطرف الاخر يكون متوتراً وملامساً للارض قليلاً وفي ابتداء الجرى يستقيم الطرف الاول كزنبل ويقذف الجذع الى الاعلى والامام وفي أثناء الجرى يكون مركز الثقل عادة منخفضاً وذلك بانثناء الاطراف وانحناء الجسم

الاودوجراف - قد بحث المعلم (ماري) عن ميكانيكية المشي والجري بواسطة أجهزة راسية (فشكل ٥١) يدل على أحد هذه الأجهزة المسمى (أودوجراف) وهو عبارة عن اسطوانة طولها ١٠ سنتيمتر وعرضها خمسة مغطاة بورقة مقسمة الى مليمترات وحينئذ تكون صغيرة سهلة الحمل عند الجري وتحتوي هذه الاسطوانة على عدة تشبه عدة الساعة معدة لدوران



ش ٥١

الاسطوانة دورانا منتظما وميكانيكية أخرى للريشة المعدة لفعل التخطيط والشخص الذي يجري له مداس مخصوص به كرة من الصمغ المرن مملئة بالهواء فكل ضغط يقع على هذه الكرة يقابل حركة في الاودوجراف يحصل عنها تقدم في سن عجلة مكبوتة لرأس برمة طويلة توجد في أحد الاعمدة ومسمار هذه البرمة حامل لريشة الكتابة فترتفع بكمية مساوية لخطوط البرمة في كل دورة

فاذا كانت الخطوط تقابل نصف المليمتر والعجلة لها مائة سنة لزمن ما تتحرك ضغط لرفع الريشة ١ مليمتر ومتى وصل الزر والريشة الى أعلى الجهاز سقط الى أسفل وتعشقا ثانية ثم يبتدآن في الارتفاع وهكذا

وقد استعملت جله أنواع من المداسات المعدة للتجربة بهذه الآلة والأحدث عهدا هو الذي



ش ٥٢

صورته في (شكل ٥٢) عقبه يحتوي على كيس هوائي به زنبلك من القماش الاصفر ثم يوجد لسان من الصلب يتكون منه النعل يحمل زرا بارزا الى الداخل فبضغط القدم على هذا اللسان ينطرد الهواء أثناء كل خطوة في أنبوبة تصعد خلف العقب وتصل بالاودوجراف

## قياس الاوزان والكتل

( المـوازين )

الاوزان - الاوزان النوعية ووحدة الاوزان قد شاهدنا فيما تقدم ان كل جزء من الجسم له وزن فتأثير الارض حينئذ يكون على حسب كمية الجزئيات والمراد بالوزن هو ناتج تأثير الثقل على جميع الجزئيات الموجودة في الجسم وهذا الناتج ينطبق كما شاهدنا على مركز الثقل ولاجل تركيب ناتج وحيد لتأثير الثقل يلزم أن تكون جميع جزئيات الجسم مرتبطة ببعضها بدون اختلاف ويكون الامر كذلك بالنسبة لمركز الثقل وذلك كما هو في الاجسام

الجامدة وفي السائلات والغازات التي في حالة الموازنة فيمكن اعتبارها كأنها تصلبت ويكون الامر بخلاف ذلك اذا كانت في حالة حركة ولقطة وزن لا تكون الا مجموع تأثيرات الثقـل

والوزن النوعي للجسم هو عبارة عن وزن وحدة حجم هذا الجسم ويقاس الوزن بوحدة القوى وهي الكيلوجرام

قياس الاوزان والكتل - الاوزان هي قوى يمكن قياسها بمقياس القوى وهو (الدينامومتر) لكن في هذه الطريقة خطأان . الاول ان مقياس القوى قليلة الاحساس وغير كافية لاعطاء أوزان مضبوطة . الثاني انه اذا فعل مقياس قوى حساس جدا فان مرونته تتغير مع الزمن والاوزان التي تفعل في أزمنة مختلفة لا توافق بعضها وقد شاهدنا ان الوزن و يساوى محصل كتلته  $ك$  في السرعة التي يعطيها هذا الوزن متى سقط نحو الارض

$$و = ك \cdot س$$

وبواسطة هذا المسألة يعين وزن الجسم عادة فتقاس كتلته ثم تضرب في السرعة  $س$  التي ستعلم كيفية قياسها فيمساوى ويتحصل على مقارنة الكتل بواسطة الميزان وهو آلة معدة لتعيين جسمين متساوي الكتلة وذلك تستعمل عليه أوزان تحتوى على عدد من قطع من القصدير والبلاتين احدهما تدل على وحدة الكتلة بالضبط والاخرى تدل على كسور الاولى وماتحتما وبجمع هذه الاوزان ووضعها في الميزان يلزم أن تكافئ وزن الجسم وبذلك يتحصل على كتلته وللحصول على وزنه الحقيقي الذي يقابل (الدين) يلزم ضرب الكتلة المتحصلة في السرعة  $س$  للموضع الجاري فيه العمل وبذلك يتحصل على قيمة القوة الحقيقية التي يكتسبها الجسم عند سقوطه

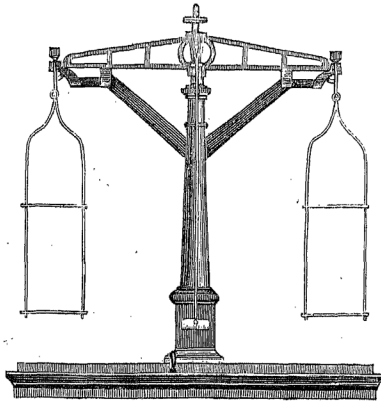
وسنشهد ان السرعة  $س$  تختلف بحسب العروض والاطوال فالوزن الحقيقي للجسم يختلف حينئذ من موضع الى آخر ويمكن تحقيق ذلك بواسطة مقياس قوى حساس ومع ذلك لا يحتاج الى هذا التدقيق الا في الاحتياح العلمي فان المقصود من الوزن عادة وان كان غير صواب هو تعيين الكتلة وهو المعتبر غالبا والمتفق عليه في التجرب هو الكتلة لا الوزن اذ هي المهم معرفتها فاذا قيل ان جسمين  $٢٥$  جراما كان القصدا أن كتلته تساوى  $٢٥$  وحدة كتله أى  $٢٥$  جراما كتله فان كتلة الجسم تكون واحدة في جميع نقط الارض والنتيجة المتحصلة بالميزان تكون واحدة كذلك لان وزن الجسم ووزن الاوزان يغيران بنسبة واحدة



ومن المعلوم أنه إذا استعملت في المتجر الاوزان الحقيقية لزم لكل موضع تعريفة مع ان الكتل هي كمية المادة المراد شراؤها فكمية الوزن الحقيقية التي تجذب الجسم نحو الارض ليست بذات أهمية

## الميزان

الميزان المعتاد - هذه الآلة تتكون كما في (شكل ٥٣) من رافعة مستقيمة من النوع الاول تسمى العاتق وهي متحركة حول المحور وذراعاهما متساويان في الطول والوزن وفي طرفيهما كفتان ذواتا وزن واحد وعلى محور التعليق إبرة عمودية متجهة من أعلى الى أسفل تتذبذب أمام قوس مدرج صفه في الوسط حتى كان العاتق أفقيا كانت الإبرة في مقابلة الصفر ولأجل أن يكون الميزان صحيحا يلزم أن يكون حساسا أي أنه يتذبذب من أي وزن يوضع في إحدى كفتيه ومضبوط أي أنه متى وضع وزنتان متساويتان في الكفتين يلزم أن يكون في حالة الموازنة فلاجل أن يكون الميزان حساسا يلزم أن يكون جامعا لثلاثة شروط . الاول حركة العاتق حول محور التعليق . الثاني أن يكون في حالة الموازنة . الثالث المسافة من مركز الثقل الى مركز التعليق



ش ٥٣

أما حركة العاتق حول محور التعليق فيتحصل عليها بسهولة بتعليق العاتق بواسطة سكينته من الفولاذ ترتكز بجدها القاطع على سطحين أملسين من الفولاذ أو العتيق  
وأما حالة الموازنة فلاجل الحصول على هذا الشرط يلزم أن يكون مركز ثقل العاتق أسفل من مركز التعليق لأنه إذا كان أعلى منه لا يبقى ثابتاً ويكون الميزان مختلاً وإذا كان مركز الثقل مختلطاً بمركز التعليق فالموازنة تكون مطلقة والعاتق يمكنه أخذ كافة الأوضاع حول محوره  
وأما المسافة من مركز الثقل إلى مركز التعليق فكذلكما كان مركز ثقل العاتق أقرب من مركز التعليق كان الميزان أكثر احساساً لكن يلزم أن يكون مركز الثقل دائماً أسفل مركز التعليق لأنه إذا كان مركز الثقل بعيداً عن مركز التعليق فالميزان لا يتذبذب الا بصعوبة وحينئذ يقال انه بطيء

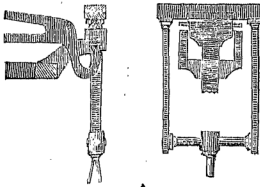
ولاجل أن يكون الميزان مضبوطاً يلزم أن يكون جامداً الشرطين مهمين  
الاول - أن تكون نقطة تعليق الكفتين في مسافات ثابتة من محور تعليقهما في العاتق مهما كان وضعهما

الثاني - أن يكون ذراعاً العاتق متساويين بالضبط  
أما التساوي الثابت لمسافات نقطة تعليق الكفتين فالتقصدهم أنه أن طول ذراعي العاتق يبقى بدون تغير مطابقة بذبذبات الميزان حتى إن ناتج الوزنين المتساويين الموضوعين في الكفتين يمر على الدوام بمحور التعليق وإن كل وزن يؤثر دائماً على طرف الرافعة عنها مدة الوزن ويتحصل على هذه النتيجة بتعليق كل كفة بواسطة خطاف جزؤه المنحني ذو حد قاطع يرتكز على حد قاطع مثله في نهاية ذراع العاتق وبهذه الكيفية لا تكون الكفتان محمولتين الاعلى نقطة واحدة لا تتغير ولو تذبذب الميزان

وأما تساوي ذراعي العاتق فهو ضروري لأنه إذا وضع في الكفتين وزنان متساويان يكونان في حالة الموازنة والعاتق أفقي لأنه ينتج من القاعدة المذكورة آنفاً في موازنة القوتين المؤثرتين على طرفي رافعة أنه إذا كان أحد طرفي العاتق أكثر قصراً من الآخر فالوزن الموضوع في الكفة المعلقة في القصير يلزم أن يكون أكبر من الوزن الموضوع في الكفة المعلقة في الكبير لاجل الموازنة فهذه هي الشروط اللازمة لوجود الميزان حتى انه يعين الوزن النسبي للأجسام بغاية الضبط  
تركيب الميزان الحساس - الموازين المستعملة في المعامل للبحث عن الاوزان الدقيقة تصنع مستوفية لشروط حساسية الميزان وضبطها للذين ذكرناهما وفيها يعنى بجعل طول ذراعي

الرافعة ثابتاً لا يتغير وذلك يجعل المسافة بين نقطة ارتكاز العاتق ونقطتي تعليق كفتيه غير قابلة للتغير

وفي الغالب يكون شكل العاتق معينا فيه استطالة كما في (شكل ٥٣) ليكون خفيف الوزن وفيه مع ذلك المقاومة الكافية حتى لا ينثنى بوضع أكبر موزون فيه وفي وسط العاتق سكين هي منشور مثلثي مرتكز على سطح مستو صغير من الصلب المسقى أو العقيق وينبغي أن يأخذ



ش ٥٤

العاتق وحده الوضع الافقي متى كان مرتكزا بسكينة على الحامل وطرفا العاتق متخنيان ينتهيان بمحدين قاطعين من الصلب (شكل ٥٤) والكفتان محمولتان بسوق معدنية صغيرة القطر في جزئها العلوي مرتكز على سطح من الصلب المسقى أو من العقيق على الحدين القاطعين للعاتق

وخوفا من كلال الحرف القاطع للحدود شيئا فشيئا يحملها الكفتين دائما تجعل غير مرتكزة عليها الا وقت العمل ولهذا الغرض يجعل خلف العمود قطعة معدنية تسمى الشوكة يمكن رفعها وخفضها ورفعها وتجذب في حركتها كفتي الميزان ثم العاتق فتهكون الحدود القاطعة غير حاملة الثقل ما ووقت الوزن تخفض الشوكة فتعود الكفتان الى وضعهما والعاتق على حامله ويازم أن تكون الحركة لطيفة لمنع المصادمة وتلف الأحرف

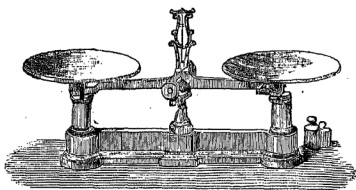
ولجعل مرتكز ثقل الميزان في وضع مناسب حتى يكون حساسا يجعل فوق منتصف العاتق ساق يتحرك عليها كفة بخفضها أو رفعها يتصل على جعل مرتكزا للثقل في الوضع المناسب وفي عاتق الميزان إبرة طويلة متجهة الى الاسفل يتحرك طرفها أمام قوس صغير مدرج درجات متساوية معدة لمعرفة سرعة التذبذبات وفي وسط الدرجات الصفر وأمامه تقف الإبرة متى حصلت الموازنة ولكن تذبذبات الإبرة بطيئة فلا ينظر ووقوفها بل يلاحظ ما تقطعه من الدرجات على عين ويسار الصفر فإذا تساوت الدرجات في الجهتين كان ذلك دليلا على تساوي الوزنين الموجودين في الكفتين

ولاجل حفظ الميزان من التلف بآثار الرطوبة والأتربة يوضع عادة في صندوق من الزجاج مع مادة محففة مثل حمض الكبريتيك أو كلورور الكالسيوم

الوزن المزدوج - يمكن معرفة وزن الجسم بالتحرير ولو كان الميزان غير مضبوط وذلك بطريقة تنسب الى (بوردا) الطبيعي الفرنسي وتعرف بطريقة الوزن المزدوج بشرط أن يكون الميزان حساسا وكيفية أن يوضع الموزون في إحدى الكفتين ويوازن بوضع رمل جاف أو مخردق الرصاص في الكفة الأخرى ثم يرفع الجسم المذكور ويعوض بأوزان معينة حتى تحصل الموازنة فيلزم أن تكون هذه الأوزان المعينة هي وزن الجسم نفسه لأنها وازنت ماوازنته من الرمل أو مخردق الرصاص

## أنواع الموازين

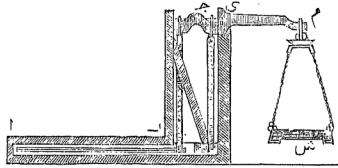
الميزان الذي تكلمنا عليه ليس هو المستعمل فقط لوزن الأجسام بل يوجد أنواع أخرى مستعملة يومياً في الصنائع منها ميزان (روبرفال) وميزان (كنتز) والميزان الروماني أي القبان أما ميزان (روبرفال) أي الميزان ذو التعليق السفلي فهو كثير الانتشار الآن في المتاجر (شكل ٥٥) ولا يختلف في أصوله عن الميزان المعتاد إلا في كون الكفتين موضوعتين أعلى العاتق عوضاً عن أن تكونا معلقتين أسفله وهذا هو الذي صير استعماله سهلاً



ش ٥٥

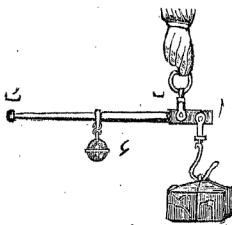
وأما ميزان (كنتز) أي ميزان الانزلاق فسمي باسم المخترع له وصورته كما في (شكل ٥٦) وهو على الاختص يستعمل في المتجر وفي أوزان مهمات السفر البحري والبري وفي المخازن لأجل وزن التجارات الثقيلة وهو مكون من كفة من الخشب أو عليها يوضع الجسم المراد وزنه ومن كفة أخرى شبيهة معلقة في طرف ذراع الرافعة على مالمعدسة لقبول الأوزان المراد بها فعل موازنة الجسم المقصود وزنه فالكفة الأولى أو موضوعه بطريقة بها أن الوزن الكلي للجسم ينتقل إلى نقطة ح على الرافعة ح التي نقطة ارتكازها في و أن طول ذراع الرافعة ح م يكون أطول من ذراع الرافعة ح ع عشر مرات فحينئذ على حسب قانون موازنة القوى المؤثرة على طرفي أذرع رافعة غير متساوية يكفي لفعل الموازنة لوزن

الجسم الموضوع في الكفة أ ر وضع وزن أصغر منه عشرات مرات في الكفة ش فنلا وزن عشرة كيلوجرامات يوازن حملا ثقله ١٠٠ كيلوجرام ووزن خمسين كيلوجرام يوازن ٥٠٠ كيلوجرام وهكذا



ش ٥٦

الميزان الروماني أي القبان - هذا الميزان كالمتقدم (شكل ٥٧) وهو مكون من رافعة ذات أذرع غير متساوية وهو جيد بالنسبة لعدم استعمال أوزان معينة فيه وإن الرافعة ث أ معلقة في نقطة ب ومتحركة حولها وفي طرف ذراع الرافعة القصير ب أ خطاف لأجل تعليق الجسم المراد وزنه وعلى الذراع الآخر ث وزن و أي صنية أو رمانة تنزلق على طولها بواسطة خطاف أ وحلقة ممتليئة متى أريد استعمال هذا الميزان يعلق الجسم المراد وزنه في خطاف الطرف القصير ثم ينزلق الوزن المتحرك و حتى تبقى رافعة ث أ أفقية فوضع

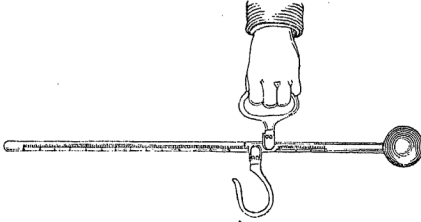


ش ٥٧

الوزن المتحرك و يدل حينئذ على وزن الجسم لكن لا بد قبل ذلك من تدريج الجزء ث للرافعة أي تقسيمه وذلك بوضع جسم معلوم وزنه ثم يحرك الوزن المتحرك و حتى يصير العائق أفقياً فوضع حينئذ العلامة الدالة على قيمة هذا الوزن وهكذا تفعل في معين أو يمينه إلى انتهاء الذراع وأحياناً يعوّض الخطاف بكفة توضع عليها الأجسام المقصود وزنها

التطبيقات الطبية للوازين - ميزان (أوديه) و (بلاش) المستعمل لوزن المولودين حديثاً هو ميزان روماني (شكل ٥٨) وكذا ميزان (كولون) المستعمل لوزن الأطفال فالعرضة التي تقبل الطفل مرتبطة بمجموعة روافع في ميزان روماني ويوجد وزنان متحركان

على مسطرة مقسمة احدهما معدلتعين مقدار المهد والملايس والاخر معدلتعين وزن  
الطفل بعد طرح مقدار ملايسه ومهده



ش ٥٨

### سقوط الاجسام

وزن الجسم ثابت في الموضع الواحد - سنشاهد فيما سياتى ان شدة الثقل تتغير في نقط  
الارض المختلفة لكن في الموضع الواحد لا يكون هناك سبب في تغيره والميزان لا يمكنه تحقيق  
ذلك لانه اذا وجد تغير فانه يؤثر في الاوزان المعينة بالنسبة عينها كما يؤثر في الموزون وحينئذ  
لا تختلف الموازنة وسقوط الاجسام هو الحال لهذه المسئلة لانه اذا كان الوزن ثابتا فان حركة  
الجسم الساقط بلعائق يلزم أن تكون متزايدة السرعة منتظمة وهذه الزيادة بقيمة لا تتغير

تأثير الهواء في سقوط الاجسام - الاجسام التي من طبائع مختلفة تسقط في الهواء  
بسرعة غير متساوية وهذا الاختلاف ناشئ عن مقاومة الهواء الدافع لها لان تأثيره على  
الاجسام الحقيقية أعظم وان كان حجمها واحدا وتختلف مقاومته أيضا بالنسبة لشكل  
الاجسام وليس الامر كما ذكر في الفراغ فان جميع الاجسام تسقط بسرعة واحدة مهما كان  
قطرها وطبيعتها

وال تجربه تثبت ذلك بواسطة أنبوبة (نيوتون) وهي أنبوبة ممتلئة بالجران طولها من متر  
الى مترين وطرفها العلوى مغلق والسفلى مثبت فيه حنفية تفتح وتغلق حسب الارادة  
وصورة هذه الأنبوبة مرسومة في (شكل ٥٩) فتوضع فيها اجسام مختلفة كخردق الرصاص  
وقصاصات الورق وخشب الفلين وزغب الريش ثم تثبت على مستقرغ الآلة المفرغة  
ويستفرغ منها الهواء ثم تغلق حنفيتها وتفصل من الآلة المفرغة فتنكت هذه الأنبوبة

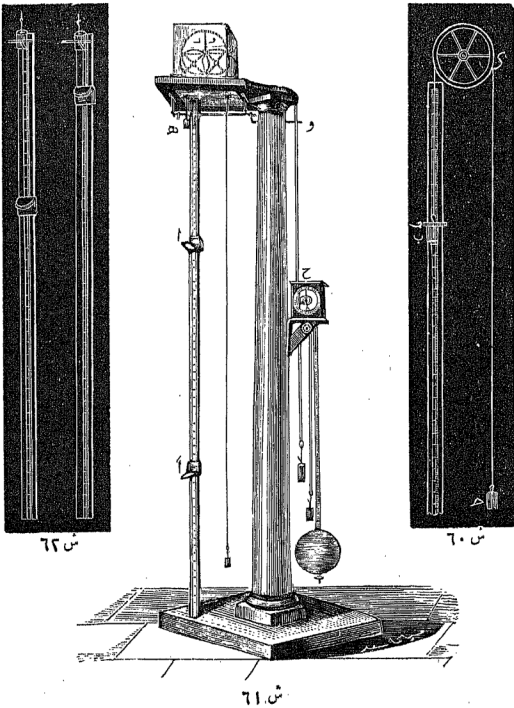


ش ٥٩

شوهة سقوط الاجسام التي في باطنها في آن واحد مع اختلافها  
 فاذا أدخل قليل من الهواء في الأنبوبة بفتح خفيفها شوهة سقوط  
 الاجسام الخفيفة بعد سقوط الاجسام الثقيلة فاذا أدخل كثير  
 من الهواء في الأنبوبة اتضح ما قلناه زيادة فينتج من ذلك ان الجذب  
 الارضى الذى هو السبب في سقوط الاجسام يؤثر في جميع الاجسام  
 على حد سواء وهناك تجربة أخرى بسيطة جدا تناسب الى  
 (جليليه) تثبت ان مقاومة الهواء تكون أعظم كلما كان السطح  
 أكثر اتساعا وهى أن تؤخذ قطعة معاملة ويوضع فوقها قرص  
 من الورق بدون التصاق اتساعه أقل من اتساع القطعة المعدنية  
 بقليل ثم يترك السقوط فيشاهد أن القرص الذى من الورق كأنه  
 ملتصق بسطح قطعة المعاملة وتابع لها في السقوط وماذا لو  
 الالكون قطعة المعاملة أثناء سقوطها منعت الهواء عن أن يقاوم  
 القرص الورق في سيره فيسقطان معا ومقاومة الهواء مدركة  
 خصوصا في السوائل لانها تستحيل في الهواء الى نقط صغيرة  
 كما هو مشاهد في المطر مع انها تسقط كتلة واحدة كما في الاجسام  
 الصلبة

قوانين سقوط الاجسام - لتعيين هذه القوانين جله طرق منها ما القصد منه بطة حركة  
 الجسم الساقط ببطأ كثيرا لكن بدون تغير في طبيعته وهذا يصير مقاومة الهواء مهمة  
 ومنها ما يدل على معرفة الحركة بسهولة كقاعدة السطح المائل (جليليه) وآلة (أود)  
 فبالآلة (أود) يتحقق قانون السرعة وقانون المسافة وهى مركبة من بكرة خفيفة جدا  
 د كفى (شكل ٦٠) يمر عليها خيط من الحرير في غاية الخفة بطرفيه وزنان ب و ح  
 وتوضع هذه البكرة بكيفية بها لا تحدث حركتها حول محورها الاحتكاك غير محسوس كفى  
 (شكل ٦١) وعلى أى وضع كان الثقلان ب و ح فانهما يكونان في حالة موازنة فاذا وضع  
 وزن اضافى و على أحد الوزان ب الثقل الذى جهة اليسار مثلا فان الحركة تحصل  
 وحيث كان الوزن و وحده هو الحدث للحركة ويتأثيره بتحرك الوزان ب و ح فن البين  
 ان الحركة تكون أبداً من حركة السقوط المطلق للثقلين ب و ح ولتحقيق قانون المسافات  
 المقطوعة في الازمنة المتعاقبة تستعمل مسطرة مدرجة موضوعة وضعا رأسيا يسقط أمامها

النقل بـ و فيوقف هذا النقل أمام صفر المسطرة هي تكرر على رافعة متصلة بساعة في الجهاز وينسقط متى ابتدأت ثانية معينة يعرف ابتداءها بق الساعة ثم يبحث بالاستقراء عن النقطة من المسطرة التي يلزم وضع قرص أفقي أ (شكل ٦١) ينزل عليها باقري حتى يسمع ملائمة النقل الساقط له مع دق الساعة الدال على انتهاء الثانية فعدها التقاسيم الكائنة بين صفر المسطرة وموضع القرص هي المسافة التي قطعها النقل في ثانية واحدة ولا يزال القرص ينقل من موضع إلى آخر (شكل ٦٢) حتى تعلم المسافة المقطوعة في ثابنتين وثلاث وهكذا





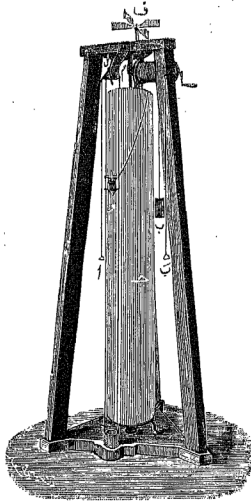
وبمقارنة المسافات ببعضها بعض يتبين ان نسبتها الى بعضها كنسبة ١ و ٤ و ٩  
بعضها الى بعض أى انها كربع الزمن وهذا هو قانون المسافة  
ولتحقيق قانون السرعة المكنسية في الاوقات المختلفة من الحركة يستعمل قرص ذو افريز  
يخالف الأول في كونه مثقوباً يسمح بمرور الوزن منه من غير أن يلامسه وينع سير النقل و  
لطول شكله بأن يوضع هذا القرص على المسافة التي يقطعها الثقل ب + و في الثانية  
الأولى و بعد مضي هذه الثانية يمنع القرص المثقوب الثقل و من المرور ويمر ب وحده  
بحركة منتظمة بالسرعة التي كانت فيه وقت وقوف الثقل و من الحركة بالقرص المثقوب  
ويبحث بالاستقراء عن النقطة من المسطرة التي يلزم وضع القرص المصمت أ فيها حتى  
يسمع صوت مصادمة الثقل له في انتهاء ثانية بعد إيقاف النقل و والمسافين أ و آ هي  
المسافة المقطوعة في ثانية واحدة بحركة منتظمة بعد إيقاف النقل و أى السرعة التي  
اكتسبها الثقل ب بوصوله الى أ وحفظها من أ الى آ

ولتكن س هذه السرعة و يبحث بالطريقة عينها عن السرعة س س وهكذا  
المكنسية بعد مضي ثانيتين وثلاث وهكذا فيتين ان نسبة السرعة س و س و س و س  
وهكذا الى بعضها كالعدد ١ و ٢ و ٣ أى انها متناسبة مع الزمن وهذا هو قانون السرعة  
وليكن في بكرة آلة (أنود) المار عليها خيط الحرير الحامل للثقلين حركة سريعة يوضع كل  
طرف من أطراف محاور البكرة على زاوية تقاطع بكرتين لان الحركة السريعة للبكرة د  
تحدث في البكرات الأخرى و و حركة بطيئة بسببها يكون الاحتكاك في محل اتصالها خفيفاً  
ويوجد في هذه الآلة ساعة ح تدل على الثواني متصلة برافعة وه يتكى الثقل ب + و  
على أحد ذراعها ه صنعت بكيفية ما يفارق هذا الذراع النقل من ابتداء الثانية الأولى  
فيسير الثقل ب + و موكولاً لنفسه فيسقط

ومن ذلك يعلم . أولاً ان المسافات المقطوعة تكون متناسبة مع مربع الزمنية المستعملة  
في السقوط . ثانياً ان السرعة تكون متناسبة مع الزمنية وهذا ان القانونان يصفان الحركة  
المتزايدة المنتظمة وذلك يدل على أن وزن الجسم هو قوة ثابتة لنفس الوسط

وعوضاً عن بطى سقوط الجسم كما فعل في الجهاز المتقدم يمكن استعمال جهاز حاسب  
مثل جهاز (مورن) (شكل ٦٣) وهو يتركب من اسطوانة من الخشب ح تتحرك حول  
محور رأسي غطى سطحها بقطعة من الورق رسم عليها عدة خطوط رأسية متساوية البعد ومن  
ثقل ب معلق بحبل يلتف على ملف صغير أفقي ذي عجلة مسننة متداخلة بقلا ووظ في محور

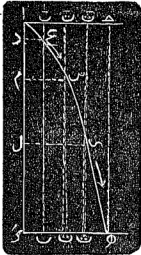
الاسطوانة ح ومركب على المحور أربعة أبجحة ف وثقل اسطوانى مخروطى و يتأق  
سقوطه سقوطا مطلقا يحمل فى طرفه قلمان الرصاص موضوعا وضعافقيا يتكى طرفه قليلا  
على الورقة الملقوفة على الاسطوانة بحيث يترك بروره عليها أثرا ثابتا ومن رافعة ل تحفظ  
هذا الثقل من الجزء العلوى من الجهاز فى كان الوزن و فى الجزء العلوى من الجهاز جذب  
الحبل ب فيصير الثقل ث مطلق الحركة فيسقط ويسقطه تتحرك بحلة فتتحرك  
الاسطوانة ج والابجحة ف وبقاومة هذه الابجحة للهواء مقاومة آخذة فى الازدياد  
تصير حركة الاسطوانة منتظمة وحينئذ يجذب الحبل ا فيصير الثقل و مطلق الحركة  
فيسقط فلا مسالا اسطوانة بالقلم الرصاص المرتبطة فيترك هذا القلم أثرا على الورقة



ن ٦٣

ومتى وصل الثقل و الى منتهى سقوطه ترفع الورقة فيشاهد فيها ان الخط ا هـ  
(شكل ٦٤) وهو أثر القلم على الورقة تقاطع مع الخطوط العمودية المتساوية البعد ا د و  
ب ب و ت ب وهكذا فى النقط ع و س و د و هـ واذا أقيم من هذه النقط خطوط

عودية على الخط  $أ د$  وأخذ وحدة الزمن اللازم في الحركة المنتظمة للاسطوانة لان يصير الخط  $ب د$  محل الخط  $أ د$  فان الطول  $أ د$  يكون هو المسافة التي قطعها الثقل الاسطوانى المخروطى في وحدة الزمن وان الطول  $أ م$  في ضعف وحدة الزمن والطول  $أ ل$  في ثلاثة أمثالها والطول  $أ ن$  في أربعة أمثالها لان الاطوال  $أ ب$  و  $ب د$  و  $د ث$  و  $ث ح$  متساوية بقياس المسافات  $أ د$  و  $أ م$  و  $أ ل$  و  $أ ن$  يتبين أن



من ٦٤

$$أ م = ٤ أ د$$

$$أ ل = ٩ أ د$$

$$أ ن = ١٦ أ د$$

أى ان المسافات التي يقطعها الجسم بسقوطه المطلق تزداد بنسبة مربع الزمن الذى فيه قطع الجسم هذه المسافات وفى مدة التجربة لا يحس مقاومة الهواء للوزن و بسبب قصر زمن سقوطه وشكله

وبجهاز (مورن) لا يتحقق قانون السرعة ولكن يسهل تصويره فان  $أ د$  هي المسافة التي قطعها الثقل و في وحدة الزمن و  $أ م$  المسافة المقطوعة في زمن يساوى ضعف وحدة الزمن و  $أ ل$  في ثلاثة أمثال الوحدة و  $أ ن$  في أربعة أمثال الوحدة وحينئذ فالجسم قطع في الوحدة الثانية الزمانية المسافة  $أ د - أ م = ٣ أ د$  وفى الوحدة الثالثة  $أ د - أ ل = ٥ أ د$  وفى الوحدة الرابعة  $أ د - أ ن = ٧ أ د$

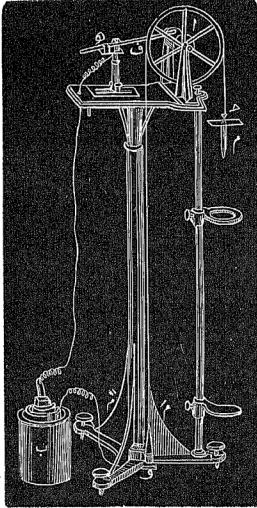
فأفرضنا ان السرعة المكتسبة بعد كل وحدة زمن انعدمت مرة واحدة فن البين أن الجسم المتحرك لا يقطع في وحدة الزمن المتتالية المكونة لزمن سقوطه الا المسافة النابتة  $أ د$  وعلى ذلك فالمسافات التي يقطعها بسرعة المكتسبة ١ و ٢ و ٣ من وحدة الزمن هي

$$أ د - أ م = ٣ أ د$$

$$أ د - أ ل = ٥ أ د$$

$$أ د - أ ن = ٧ أ د$$

وحينئذ فنسبة بعض السرعات المكتسبة للجسم المتحرك في ١ و ٢ و ٣ من وحدة الزمن الى بعض الاعداد ٢ و ٤ و ٦ أى متناسبة مع الزمن الماضى من وقت ابتداء السقوط والكمية ٢ ا د التى تزدادها السرعة فى كل وحدة زمنية هي السرعة للتناقل آلة (بوربوز) تتركب هذه الآلة كما فى (شكل ٦٥) من اسطوانة أفقية ١ مثبتة



٦٥ س

فى عملة ذات ميثاب تدور حول محور أفقى يمر منها ويمكن احداث الحركة فيها بواسطة أوزان تسقط وهذه الاوزان مكونة من كتلتين من الحديد م و م متساويتين مثبتتين فى طرفى خيط كما فى آلة (أود) ويمكن أن يتوازنا فى أى وضع يعطى لهما لكن يزول هذا التوازن بإضافة كتلة ح الى الكتلة م وحينئذ تسقط معها الذالم ينعما الجزء الموجود فى الجهاز المكون من عمود ب دائرية الخارجة تحتوى على كهر بائين مغناطيسين وهما عبارة عن قطعتين من الحديد المطاوع ملفوف عليهما خيط عرق فيه التيار فتى كان التيار مارا يكون الحديد المطاوع مغمطسا ومتى انقطع التيار فقد الحديد مغناطيسيته فى الحال وأحد هذين الكهر بائين المغناطيسين وهو و يضبط الكتلة م ويتمعهما مجموع الاوزان متى كان العمود مشغلا

والكهر بائى المغناطيسى الآخر ه يجذب طرف صفيحة مرنة من الحديد المطاوع ف فتباعد عن وضعه وازنتها وهى موضع اهتزازات موازية لمحور الاسطوانة ١ وحاملة فى طرفها الجلباير تتركز على هذه الاسطوانة ويترك لها أثر عليها ومتى انقطع التيار المار فى خلال الكهر بائين المغناطيسين فقد مغناطيسيتهما ومتى ابتدأ الوزن م فى الحركة تميل الصفيحة ف لان تأخذ موضعها فى الموازنة وقبل أن تصل الى هذا الوضع تحدث جملة اهتزازات متساوية ترسم على الاسطوانة ١ الموضوع عليها ورقة مسودة بأسود الدخان

وبسقوط الكتلة  $m$  تجذب معها الاسطوانة  $A$  فتصل سرعة دورانها الى سرعة مناسبة  
السرعة سقوط الكتلة  $m$  وبفحص الاثر الذي على الاسطوانة تعلم قوانين سقوط الاززان  
 $m$  و  $M$  التي جذبتها الكتلة الاضافة نفسها  $m$

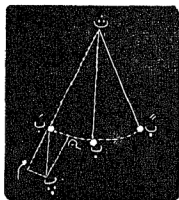
ومتي علم ذلك نذكر كيفية العمل وهي ان يلف على الاسطوانة ورقة مدهونة بأسود الدخان ثم يمر تيار في خلال الكهر بائين المغناطيسين فيقطع تسيان ويحفظان الاوزان والصفحة المهتزة متباعدة عن حالة الموازنة ثم يقطع التيار تسقط حينئذ الاوزان مع احدهما دوران الاسطوانة وتتم الصفحة تاركة أنرا على الورقة ثم ترفع هذه الورقة وتغمر في الايثير لتثبت الاسمار ومنع انتشار أسود الدخان على الخطوط المتكونة ومن ذلك يعلم عدد الانحناءات والاهتزازات الدالة على الزمن ومن سعة هذه الاهتزازات تقاس المسافات

فاذا أخذنا كوحدة زمن مدة ستة اهتزازات فالمسافة التي تقابلها تعلن بمربع صغير من ورق مربع وفي زمن مضاعف أى اثني عشر هزة تحصل على نفس المربع زائد ثلاثة وهذا يدل على مسافة قدرها الاولى أربع مرات ومن ذلك يستدل بهذه الآلة على ان المسافات المقطوعة تكون متناسبة مع مربع الزمن ويمكن كذلك الاستدلال من هذه الآلة على السرعة اذا فعل كما يفعل في آلة (أنود)

المنبـدول

### السندول نوعان بسيط ومركب

فالبسيط هو نقطة مادية ب (شكل ٦٦) معلق في إحدى طرفي خيط ث ب غير قابل للتمدد ولا وزن له ومثبت من طرفه الثاني في نقطة ث من غير حركة كالمسندول البسيط غير حقيقي، بل تخملي لآل التصور فمتأثر الثقل بأخذ هذا السندول الاتجاه الرأسى ث ب



مثل خط الرصاص ويبقى في حالة الموازنة ولكن اذا بعد  
عن هذا الاتجاه لاجل وضعه في اتجاه ث ك وترتد بنفسه  
فقدت الموازنة والوزن ب من النقطة المادية ب يتحمل  
الى قوتين احدهما المتجهه على حسب استطالة الخيط  
ث م والثانية ب د عمودية على هذه الاستطالة في  
الشكل ث ث فالاولى تنفذ بقوة مقاومة نقطة التعليق ث  
والثانية تؤثر على حداثها وتجبر البندول على الرجوع

الى حالة الموازنة الاصلية فينتج حينئذ أن النقطة المادية ب تقطع بسرعة متزايدة القوس ب ب وتصل الى ب وبالنسبة لسرعتها المكتسبة والمحصلة لها ترفع ببطء الى ب وهكذا فاعلة جلة تذبذبات اتساعها يعلم بالزاوية ب ب المتكونة من الوضعين الانتهاءين والثقل الذي أثر من نقطة ب الى ب بقوة مسرعة يؤثر بقوة مضبوطة من نقطة ب الى ب لانه يبطئ السرعة على التعاقب بقدر ما أسرعها من نقطة ب الى ب وحينئذ فالذبذبات يلزمها أن تحفظ اتساعها ومدتها دائماً والذبذبة من ب الى ب تسمى الذبذبة الكاملة والتي من ب الى ب أولى ب تسمى الذبذبة النصفية أو نصف الذبذبة والقوس المقطوع مدة الذبذبة يسمى اتساع الذبذبة ومدة الذبذبة هي الزمن اللازم للبندول لاجل قطعه القوس

ويقال في النظريات أن البندول يحقق الحركات الدائمة ولكن في العمل يوجد سببان يمنعان حركة البندول من أن تبقى دائماً . الاول مقاومة الوسط الذي يتذبذب فيه البندول . الثاني احتكاك نقطة التعليق ولذا أنه متى تذبذب بندول يشاهد في الحال أن اتساع ذبذباته ينقص شيئاً فشيئاً وبعد زمن كثير أو قليل تقف الآلة في وضعها الرأسي للموازنة واعلم أن تذبذبات البندول متقادة الى نواميس أربعة يمكن استنتاجها من المعادلة

$$z = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

الاول - ان ذبذبات البندول التي لا يزيد اتساعها عن ثلاث أو أربع درجات تكون متساوية يعنى أنها تفعل في أزمنة متساوية

ويحقق هذا الناموس المنسوب الى (جليلية) بعد الذبذبات التي يفعلها البندول في مدة دقيقة مثل بواسطة ساعة دقاقة ويحتسب أن لا يزيد اتساع الذبذبات عن ثلاث أو أربع درجات فيشاهد حينئذ أن عدد الذبذبات يكون ثابتاً لاجل المسافات المتعاقبة التي استجمالت الى ثلاث درجات فاثنتين فواحدة

الثاني - أن البندول ذات الطول الواحد المتذبذبة في الفراغ أو في وسط واحد ذبذباتها تكون واحدة مهما كانت المادة المتكونة منها مثل خشب الفلين أو الرصاص ونحوهما ولتحقيقه بفعل تذبذب جلة بئادل ذات طول واحد ومنتهية بكرة ذات قطر واحد ومن جواهر مختلفة كالحديد والرصاص والبلاتين ونحوها فيشاهد حينئذ بقطع النظر عن مقاومة الهواء ان هذه البندول المختلفة تفعل تذبذبات واحدة في زمن واحد وهذا يثبت ما قلناه من أن الثقل يؤثر على جميع الاجسام بسرعة واحدة في وسط واحد

الثالث - البنادل المتذبذبة في موضع واحد وهي غير متساوية في الطول تكون مدة ذبذباتها على حسب الجذر التربيعي لطولها

ويحقق ذلك بفعل تذبذب جلة بنادل ذات طول معلوم مثل ١ و ٤ و ٩ و ١٦ فيشاهد أن عدد الذبذبات في آن واحد يكون بالنسبة لبعضها مثل ١ و  $\frac{1}{2}$  و  $\frac{1}{3}$  و  $\frac{1}{4}$  وهذا يدل على أن مدة الذبذبات تكون بالنسبة لبعضها مثل ١ و ٢ و ٣ و ٤ أي مثل الجذر التربيعي لطول البنادل وبعبارة أخرى أن البندول الذي طوله كطول بندول آخر أربع مرات إذا تذبذب مرة واحدة لزم أن تسدبذب الآخر مرتين والذي طوله كطول آخر ٩ مرات إذا تذبذب مرة لزم أن يذبذب الآخر ثلاث مرات وهكذا

الرابع - زمن تذبذب البنادل المتساوية الطول المتذبذبة في مواضع مختلفة من الارض تكون على العكس من الجذر التربيعي لشدة الثقل في هذه المحال

وقد تحقق ذلك بالتجارب التي فعلها (وردا) وغيره من الطبيعيين وهي أن ذبذبة البندول تزداد في السرعة كلما قرب من خط الاستواء وبالارتفاع عن سطح البحر ومن المعادلة السابقة يمكن استخراج قيمة  $g$  في النقط المختلفة من سطح الارض اذا علم  $z$  و  $l$

### البندول المركب

القوانين التي سبقت في البندول البسيط تطبق على البندول المركب أيضا وهي المستعملة في العمل لكن يلزم التعريف عما يسمى طول البندول كما في (شكل ٦٦) فالطول في البندول



شكل ٦٦

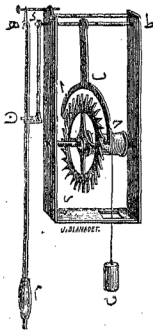
البسيط هو المسافة التي تفصل النقطة المادية  $B$  عن نقطة التعليق  $A$  وليس الامر كذلك في البندول المركب كما في (شكل ٦٧) الذي يدل على شكل البندول المعتاد وفيه استبدلت النقطة المادية بكتلة كثيرة العظم أو قليلته وخطط التعليق بساق صلب كثيف فينتج من هذا الوضع أن النقط المادية المختلفة التي يشكون منها البندول تميل ان تفعل تذبذبات في أزمنة متساوية وتكون ذبذباتها أكثر طولاً كلما بعدت عن المحور أو نقطة التعليق  $A$  لكن حيث أن جميع هذه النقط مرتبطة ببعضها بدون تغير فذبذباتها ضرورة تكون واحدة فينتج من ذلك أن النقط المادية الأكثر قرباً من محور التعليق تزيد في الحركة عن الأكثر بعداً وأن هذه الأخيرة تؤخر حركة الأولى وبين هاتين النقطتين الانتهاء يتبين

توجد نقطة حركاتها لا تزيد ولا تنقص بالنسبة لارتباطها بالنقط المجاورة وحينئذ تنذبذب مثل ما إذا كانت منفردة وتسمى هذه النقطة مركز الذبذبة لان هذه المسافة وهي  $\alpha$  من هذه النقطة الى محور التعليق هي التي تسمى طول البندول المركب وبعبارة أخرى يقال ان طول البندول المركب هو طول البندول البسيط الذي يفعل ذبذبات في زمن واحد

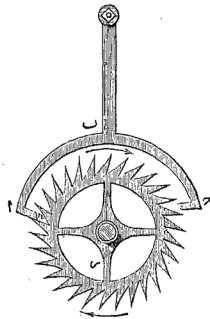
### استعمال البندول كمنظم للساعات الدقاقة

هو مؤسس على تساوي ذبذباته الصغيرة ومن المعلوم ان حركات الساعات المذكورة تنجح اما من انفراد طيمات زنبلك أو من سقوط ثقل مثبت في طرف خيط ملفوف حول محور قبدوران هذا المحور تتحرك جميع أجزاء الساعة وبما أنه لا يمكن انتظام سقوط الثقل ولا حل طيمات الزنبلك بنفسها ينتج ان حركة العقارب لا تكون منتظمة وقد صار التوصل لتنظيم هذه الحركة باستعمال البندول

وكيفية استعمال البندول في الساعات الدقاقة مبين في (شكل ٦٨) فالعجلة  $\alpha$  مثبتة في المحور الملتف عليه الخيط ويوجد فوقها قوس معدني  $\alpha\beta$  مثبت في محور أفقي  $\epsilon\delta$  (شكل ٦٩) متحرك حول نفسه وحامل لشوكة ذات سنين  $\epsilon\delta$  يمر بين سنينها ساق بندول  $\delta\mu$  سهل الحركة حول نقطة تعليقه  $\delta$  فعندما يكون البندول ثابتا يكون أحد أسنان العجلة  $\alpha$  متساكنا على السطح السفلي من أحد الخطافين المنتهين بهما الساق  $\alpha\beta$



ش ٦٩



ش ٦٨



وتكون حينئذ عقارب الساعة ثابتة غير أنه اذا حدثت ذبذبة البندول تذبذب معه القوس  
 ا ب و يبعد حينئذ الخطاف ا عن العجلة وتخلص السنة التي كانت متكئة على هذا  
 الخطاف فعدور حينئذ العجلة بتأثير الثقل أو الزنبرك في الاتجاه المبين بالسهم الى أن يأتي  
 الخطاف الآخر ح ويوقف سيرها بوجوده تحت السن التالي له وفي الذبذبة الثانية  
 يتحرك القوس ا ب ح جهة اليمين ويترك الخطاف ح السنة التي كان أوقفها وتدور  
 العجلة ثانيا الى أن يقابل الخطاف ا السنة التالية للسنة التي كان متكئا عليها أول مرة  
 فتقف العجلة ثانيا وهكذا فينتج من ذلك ان العجلة لا تتحرك الا سنا واحدا في كل ذبذبة  
 وحيث ان ذبذبات البندول تحصل في أزمنة متساوية وبسبب ذلك يقطع عقرب من عقارب  
 الساعة سواء كان مثبتا في العجلة ر مباشرة أو في العجلات المعشقة فيها مسافات متساوية  
 في أزمنة متساوية

### شدة الثقل

قد شاهدنا ان السرعة التي يكتسبها الجسم الساقط في الفراغ من تأثير الثقل بلامانع  
 في ثانية واحدة تدل على تأثير شدة الثقل ح فالبندول يدل بطريقة بسيطة على شدة الثقل  
 لانه اذا أحلنا الى التربيع طرفي المعادلة

$$z = \frac{L}{T^2}$$

الذي فيها ح يدل على تأثير الثقل و ل على طول البندول و ط على النسبة  
 التقريبية لمحيط الدائرة و ر على الزمن فالنتيجة تكون

$$z^2 = \frac{L}{T^2}$$

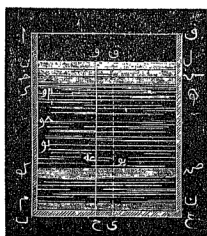
ومنه يحصل على قيمة قوة الثقل ح =  $\frac{L}{T^2}$  فيكني للحصول على قيمة ح العددية  
 في أي مكان قياس مدة الزمن ن بالدقة وهي التي تذبذب فيها بندول طوله ل معلوم فبهذه  
 الكيفية تحصل (بوردا) وغيره من العلماء على ان قيمة ح في باريس ٩٨٠٩٦ متر  
 وفي لوندن ٩٨١٠٤ متر وفي مصر ٩٧٩١٢ متر وفي خط الاستواء ٩٧٨١٠ متر

فاذا فرضنا أي جسم كان ترك ونفسه للسقوط في الفراغ مدة ثانية فاذا كان هذا الجسم  
 منقادا لتأثير الثقل فانه يستمر متحركا بانتظام بالنسبة لسرعته المكنسبة ويقطع في ثانية  
 متعاقبة مسافة قدرها ٩٧٩١٢ مترا

تشابه الثقل والجذب العام - تأثير الجذب الذي به تتجه الاجسام نحو الارض ليس حالة مخصوصة بل هو تطبيق مخصوص لقانون عام وقد استنتج (نيوتون) من قوانين (كبلر) ما يوضح حركات الكواكب باعتبار أنها تتجه بجذب بعضها على حسب عكس مربع المسافات السكاينة بينها وعلى حسب ناتج كتلتها ومع كون رأى (نيوتون) يوضح جيدا جميع الظواهر يشك في ان هذه القوة لها تأثير لان من الصعب جدا الآن فهم وجود مادة مؤثرة على مسافة ومهما كان فان القانون الحاكم على حركات الافلاك ينطبق على الاجسام الاكثر صغرا فالجذب الذي يؤثر بين شيئين يكون عادة ضعيفا جدا حتى لا يمكن تعيينه بخلاف الحاصل بين الارض والاجسام الموضوعة بالقرب من سطحها فكتلة كرتنا عظيمة جدا ولذلك ان الاجسام تتجه اليها ومن الواضح ان هذا التأثير متضاعف جدا لان كل جزء من جزئيات الجسم مجذب بجزء من الارض على حدته والمشاهد هو ناتج مجموع هذه القوى ويمكن تسهيل المسألة لأن (نيوتون) دل على أن تأثير كرتنا يكون مثل ما اذا كانت جميع كتلتها متحركة في مركزها وهذا التعبير يمكن تطبيقه على الارض ويدل على السبب في كون جميع الاجسام الساقطة تتجه نحو مركز الارض

### الايدروسستاتيك

قاعدة (بسكال) وهي قاعدة تساوى الضغط - قد شاهدنا أن السائلات ليس لها شكل مخصوص بل تأخذانما شكل الاواني الحاوية لها وذلك بالنسبة لحركة جزئياتها بخلاف الاجسام الصلبة واذا حصل ضغط على جسم صلب فإنه لا يحدث سوى تغير في شكل الجهة المضغوطة فقط مع ازدياد كثافتها ولا يتبدل هذا التأثير الى باقى أجزاء الجسم وذلك خلاف ما يشاهد في السوائل فإنه بضغط السائل من أى نقطة تقاربت جزئياته من بعضها واتقل الضغط الى



ش ٧٠

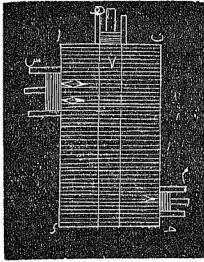
جميع النقط على التساوى وذلك بالنسبة لطركة الجزئيات وبعبارة أخرى يقال ان السائلات تنقل الضغط الواقع على أى نقطة من سطحها الى جميع الاتجاهات بقوة واحدة فاذا فرضنا لماناء كناء اف ع ب (شكل ٧٠) محتويا على حجم من سائل وان هذا السائل مكوّن من جملة جزئيات مجمعة ومكوّنة عدة طبقات موضوعة فوق بعضها ل ب س هـ الخ شاهدنا ان الطبقة الاولى ل ب تضغط بوزنها الطبقة س هـ التى تحتها

وان الطبقة الثالثة هـ تحمل وزن الطبقتين معا وهكذا الى الطبقة الاخيرة م ن وهى تحمل وزن جميع الطبقات التى فوقها والضغط الواقع على قاع الاناء ع ب يكون مساويا لوزن كتلة السائل ل ب م ن وكل طبقة من الطبقات الموجودة فى وسط السائل تحمل ضغطا يساوى وزن الطبقات التى تعلوها فالطبقة ص ل م مثلا تحمل وزن جميع السائل الذى فوقها ل ب ص ل و اذا لم نعتبر الطبقة كلها واعتبرنا جزءا منها كالجزء بوعه فان هذا الجزء لا يحمل الا وزن عمود السائل الذى يعالوه ن و بوعه والضغط الحاصل على الجزء ع من قاع الاناء هو وزن العمود ن و ع

وبذلك يرى ان كل جزء فى داخل السائل يحمل ضغطا متجهام من أعلى الى أسفل مساويا لوزن عمود الجزئيات التى تعلوه ومعلوم ان جزئيات السائل قابلة للحركة بالنسبة لبعضها فبأى تأثير ترى ان الجزء ع يميل الى الانزلاق فى الاتجاه بوعه كما يميل الى الانزلاق فى الاتجاه ع د و عه ع لكن لكونه متنوعا من الحركة ومجبرا على البقاء فى وضعه نظرا لمقاومة الجزئيات المحاورة له يحدث ضغطا فى جميع الاتجاهات مساويا للضغط الواقع عليه ولذا كل ضغط يحصل فى أى نقطة من كتلة سائل ينتقل الى جميع الاتجاهات بقوة واحدة وحيث ان لكل فعل رد ايساويه فالجزئيات المحاورة للجزئى الضاغط فى جميع الاتجاهات تحدث فيه ضغطا مساويا لضغطه فالجزء ع يكون مضغوطا من جميع الجهات بقوة تساوى وزن عمود السائل و ع ومن ذلك ينتج ان كل جزئى سائل فى حالة الموازنة يقبل ضغطا فى جميع الاتجاهات فاذا اعتبرنا نقطة من جدران الاناء ولتكن أ أو فهذه النقطة تحمل ضغطا قدره وزن عمود السائل أ د أ وكذلك السطح أ ب و يحمل ضغطا يساوى وزن عمود من السائل قاعدته السطح المضغوط أ ب و وارتفاعه ارتفاع العمود من نقطة ج و الى أ أى من مركز ثقل السطح الى السطح العارى للسائل وما هو حاصل بالنسبة لجدران الاناء يحصل لاي جزء من كتلة السائل ومن هذه الحالة نتجت القاعدة المسماة بقاعدة (بسكال)

ويحقق ضغط السوائل على جدران الاواني التى تحويها بالتجربة الآتية وهى أن يؤخذ اناء كفى (بشكل ٧١) أ ب ح د على جدراناه فتحات متساوية السعة مثل هـ و م وفيها مكابس متحركة وفرض ان هذا الاناء ممتلئ تاما بسائل يعتبر لاجل التجربة انه غديم الثقل وغير قابل للانضغاط فاذا وضع على المكبس هـ أى وزن كان مثل ١٠ كىلو جرام فان هذا الضغط ينتقل على التعاقب بدون أن يفقد من وزنه شئ مالى السطح الباطن للمكبس الاخر م

فالمكبس م يقبل من الباطن الى الظاهر الضغط عموديا على سطحه مساويا ١٠ كيلوجرام



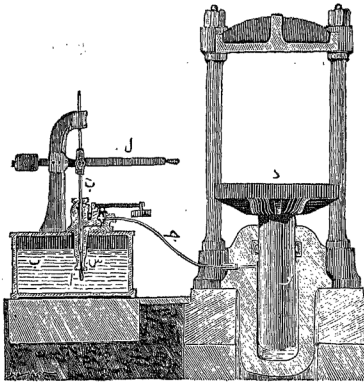
ش ٧١

قيمة المؤثر على المكبس الاول هـ ويكون الامر كذلك بالنسبة لكل جزء من جدران الاناء مسطحة مساو لسطح المكبس هـ وكلما اتسع السطح كان الضغط الواقع عليه أعظم فاذا كان سطح مثل السطح الموجود فيه المكبس سـ أووسع من سطح المكبس هـ مرتين أو ثلاثا أو أربعا أى انه اذا كان الضغط الواقع على المكبس هـ ١٠ كان الضغط على سطح أووسع منه مرتين ٢٠ واذا كان أووسع منه ثلاث مرات كان الضغط ٣ وهكذا

ولما كانت حركات جزئيات الغازات سريعة جدا كانت موضوعة تحت هذا القانون أيضا فحينئذ اذا كان الاناء مملوا بالهواء أو بأى غاز آخر خلاف الماء وفرض حصول أى ضغط كان على المكبس هـ لزم أن يوضع على المكبس م ضغط يساوى ضغط مكبس هـ لينعنه من أن ينظر الى الخارج واذا كان أحد المكابس ذ سطح أووسع مرتين أو ثلاثا فالضغط الذى يتحمله يكون أيضا أكبر مرتين أو ثلاثا أى يزداد بالنسبة لاتساع السطح كما فى السائلات

المكبس الايدروليكي ويقال له المعصرة المائية - لانتطبق قاعدة (بسكال) جيدا الاعلى السوائل عديمة الوزن لان تأثير الثقل يولد ضغطا يزداد من أعلى الى أسفل ومع ذلك يمكن تحقيق هذه القاعدة بسوائل ذوات وزن اذا تأثرت بضغط شديد لصيرورة تأثير الثقل مهملا وهذا ما يحصل فى المكبس الايدروليكي وهو مركب من جسمي طلمبة (شكل ٧٢) أحدهما صغير والاخر كبير متصلين بانبوبة ح تحمل خنقية يستقر غب الماء عند اللزوم ويتصل جسم الطلمبة الصغير بالانبوبة بواسطة صمام ينفتح من الداخل الى الخارج ويتصل هذا الجسم أيضا بانبوبة جذب ذات صمام سـ ينفتح من أسفل الى أعلى ومن مكبس كـ تحرك آلة رافعة ل فيمتحرك باحتكاك لطيف داخل جسم الطلمبة الصغير ومن حوض ب مملوء ماء تغرق فيه أنبوبة الجذب أ فتتحريك المكبس كـ ينفتح الصمام سـ المتصل بانبوبة الجذب ويرتفع الماء فى جسم الطلمبة وأثناء نزول المكبس ينغلق هذا الصمام لانه ينغلق من أعلى الى أسفل فلا يتجه الماء نحو الحوض وباستمرار انخفاض المكبس يتجه السائل الى فتحة جانبية بها صمام ينفتح من الباطن الى الظاهر وتتصل هذه الفتحة بالانبوبة ح وهذه الانبوبة

توصل السائل الى جسم الطلبة الكبير وعند رفع المكبس لا يعود السائل من جسم الطلبة الكبير لان الصمام الجانبى ينغلق من الظاهر الى الباطن والماء الذى دخل في جسم الطلبة الكبير يضغظ على مكبسه و من أسفل الى أعلى فيرفعه وهذا المكبس يحمل قرصا د توضع عليه الاجسام المراد ضغطها أو عصرها وهذا القرص يرتفع مع المكبس بين أعمدة مثبتة ومنتهية بقرص مئين يحصل بينه وبين القرص الاول ضغط الاجسام أو عصرها

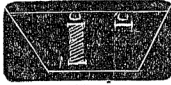


ش ٧٢

الضغط الناشئ عن تأثير الثقل وتخدم - اذا فرضنا ان سائلا معرضا لتأثير الثقل فقط وقصد معرفة الضغط الناتج عنه نقول من المعلوم ان في هذا الحالة يكون الضغط متزايدا من ابتداء السطح العارى للسائل الى قاع الاناء فاذا فرضنا ان السائل منقسم الى قسمين أفقيين وكل منهما له وزن ويعمل الى السقوط فيحدث الاول حينئذ ضغطا على الطبقات التى أسفله مثل الجسم الصلب الموضوع فوق يد فالجزء العلوى يضغظ باقى الاجزاء وهذه تعمل الضغط الواقع منه وتنقله الى الاجزاء الاخرى مضافا اليها ضغطها وهكذا

تغير الضغط مع الارتفاع - يزداد الضغط من ابتداء السطح العارى للسائل الى قاع الاناء ويعلم هذا التغير مما يأتى

وهو أن السائل الذي في حالة الموازنة يكون فيه اختلاف الضغط الواقع على جزأين متساويين في ارتفاعات مختلفة يساوي وزن اسطوانة من السائل قاعدتها أحدهما وهذه الاجزاء وارتفاعها المسافة الرأسية لهذين الجزأين

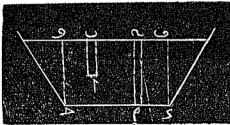


ش ٧٣

فملا اختلاف الضغط الواقع على الجزأين أ و ب يساوي وزن الاسطوانة أ ب (شكل ٧٣)

تساوي الضغط في جميع الجهات لسطح مستو - الضغط يكون واحدا في جميع النقاط لسطح مستو لانه على حسب ما تقدم بالنسبة لسطحين متساويين في هذا المستوى يكون فرق الضغط معدوما ويقال في الغالب ان الاسطح المستوية هي أسطح توازن استواء الاسطح العارية - أسطح السوائل العارية مسطحة وأفقية لانها حقيقة أسطح توازن لانها لا تتحمل سوى الضغط الجوي المهمل في هذه الحالة

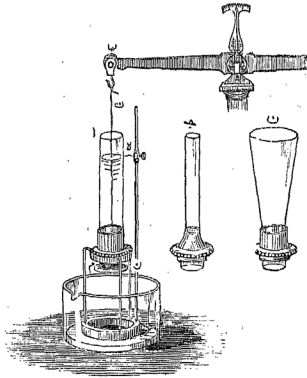
الضغط الواقع على أي جزء - من السهل تعيين قيمة الضغط الواقع على سطح صغير أفقي



ش ٧٤

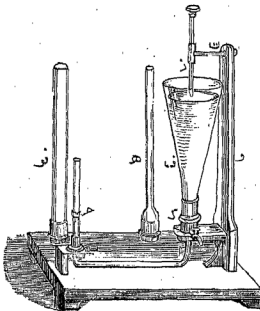
مثل أ (شكل ٧٤) لانه يكون مساويا للضغط الواقع على ب المساوي له المأخوذ على سطح السائل زائد وزن الاسطوانة أ ب لكن الضغط في ب معدوم بقطع النظر عن الضغط الجوي فحينئذ يكون الضغط في أ مكونا من الاسطوانة أ ب فقط

الضغط من أسفل الى أعلى - لتحقيق هذه القاعدة يستعمل جهاز (ماسون) وهو يتركب من ثلاثة أنوار (شكل ٧٥) أ و ب و ن لاقاع لها ومختلفة في الشكل لكن قيعانها السفلى متساوية في الاتساع وكل واحدة منها يمكن وضعها على حامل معدني بواسطة قلوظ فيوضع أحد هذه الانوار وليكن اناء أ مثلا على الحامل وتعلق فتحته السفلى بقرص م من زجاج مستوي يعلق بالخيوط في الطرف ب لذراع ميزان ثم يوضع في كفة الميزان التي في طرف الذراع الآخر صنج حتى يصير التعليلق متكاملا على فتحة الاناء ثم يصب الماء باحتراس في الاناء الى أن ينقل القرص عن النتيجة قليلا فيسمي بعض نقط من السائل في هذا الوقت يكون الضغط الواقع من أعلى الى أسفل على القاع المتحرك وهو القرص مساويا للقوة الضاغطة على القرص من أسفل الى أعلى لبقائه ملامسا للحافة الفتحة فيميز سطح الماء في هذا الاناء بواسطة علامة يمكن تحريكها حول ساق عموده ه ثم يرفع الاناء أ وبستهاض بالاناء ح و ن على التوالي من غير تغيير في العلامة ه فيكون الضغط واحدا على قاع الانوار من أسفل الى أعلى



ش ٧٥

الضغط من أعلى الى أسفل - الضغط الذي يحدثه السائل الذي في حالة الموازنة على قاع الاناء الحاوي له يساوى وزن عمود من هذا السائل قاعدته السطح المضغوط وارتفاعه بعد السطح العاوى لهذا السائل ومن هذا التعريف يرى ان الضغط لا يتعلق بشكل الآنية بل باتساع القاع وارتفاع سطح السائل ويتوصل الى تحقيق ذلك بواسطة جهاز (هلدان)

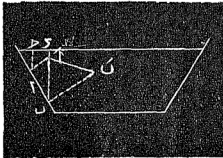


ش ٧٦

(شكل ٧٦) وهو يتركب من أنبوبة  
أ ب منخنية مرتين انحناء قائم الزاوية  
ومحتوية على الزئبق وفي طرفها القصير  
د طوق له حنفية ذات برمة وعليه يمكن  
تركيب أو أن مختلفة الشكل ف و ه  
و فوق لكن قاعها واحد وهو سطح الزئبق  
في فرع الأنبوبة د ولفعّل التجربة بهذا  
الجهاز يركب أحد هذه الاواني ف ثم  
يصب فيه الماء الى أن يصل الى ارتفاع  
يعين بساقي طرفها مذهب ذ فضغط الماء

من أعلى إلى أسفل يرفع الزئبق في الفرع الآخر من الأنبوبة إلى نقطة  $\gamma$  مثلاً تعلم بحلقة معدنية متحركة على هذا الفرع ثم يرفع الاناء  $\phi$  ويستبدل بغيره ويصب الماء إلى الارتفاع الأول في الاناء  $\phi$  فيشاهد وصول الزئبق في الفرع الآخر من الأنبوبة إلى الارتفاع  $\gamma$  وهكذا بالنسبة لجميع الاواني التي يكون قاعها مساوياً في الاتساع ولو كانت أشكالها مختلفة

الضغط على القاع غير الأفقي - ما ذكر ينطبق على جميع الجدران الأفقية أو على جزء منها وكذلك ينطبق على أي جزء من الجدران المنحدرة لكن يلزم أن يكون صغيراً حتى يمكن اعتباره جميع نقطة موضوعة على مسافة واحدة من السطح العاري ولا يمكن امتداده إلى قطعة لانهايةاتها من الجدران المنحدرة التي أجزاؤها المختلفة تكون موضوعة على مسافات غير متساوية من السطح العاري ومن السهل تعيين هذا الضغط مثلاً  $\alpha$   $\beta$  (شكل ٧٧) هو السطح المعلوم فبقائمة عمود من كل نقطة على الجدران وأخذ طول على هذا العمود يساوي المسافة



ش ٧٧

من النقطة المعروفة إلى السطح العاري للسائل يتحصل على الحجم المحدود بالاحرف  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$  وباعتبار  $\alpha \alpha' = \beta \beta' = \gamma \gamma'$  ويكون وزن حجم هذا السائل هو قيمة الضغط الواقع على الجدران ويستدل على وزن هذا الحجم من القاعدة الآتية

وهي ان الضغط الواقع على سطح من أي جدران منحدر يساوي وزن اسطوانة من السائل قاعدتها الجدران المذكورة وارتفاعها المسافة الكائنة بين مركز ثقل هذه الجدران والسطح العاري للسائل

وهناك جله تجارب تثبت تحمل جدران الاواني الضغط الجانبي منها العربية المائية وهي انه اذا وضع اناء مملوء بالماء على عربة سريعة الحركة وفتحت فتحة في الجزء السفلي من جدره



ش ٧٨

الجانبيه شوهد سيلان السائل مع سير العربة في اتجاه مضاد لاتجاه السيلان فاذا فرضنا اناء مثل  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$  (شكل ٧٨) على شكل متوازي السطوح مملوء بالماء وفرضنا ان الجزء  $\delta$  هو الذي فيه الفتحة المعدة لسيلان السائل فيرى انه قبل فتح الفتحة يكون الضغط الواقع على سطحها من السائل معادلاً للضغط الواقع على الجزء  $\delta$



المقابل للفتحة فإذا فتحت الفتحة يكون تأثير الضغط  $r$  هو سيلان السائل وأما الضغط و  
فيبقى مؤثراً على جدران الأناء ويحدث تدهقيره في اتجاه مضاد لاتجاه سيلان السائل  
ومنها البارام المائي فإنه مؤسس على هذه النظرية وهو مكون كما في (شكل ٧٩) من آنية

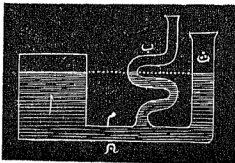


ش ٧٩

م مملوءة ماء متحركة حول محور رأسي  
و مثبتة في حوض ومتصلة من أسفل  
بأنبوبة هـ طرفاهما منحنيان في اتجاهين  
مضادين لاتجاه سيلان السائل وبمجرد  
سيلان هذا السائل من طرف الأنبوبة  
يدور الجهاز في اتجاه مضاد لاتجاه السيلان  
وهذا الدوران ناشئ من الضغط الذي يحدثه  
السائل على الأجزاء المقابلة للفتحات وكلما  
كان ارتفاع سطح السائل في الأناء أعظم  
والفتحتان اللتان ليسسبل منهما السائل  
أكثر اتساعاً كانت الحركة أسرع

موازنة السائلات في الاواني المستطرفة ببعضها - المراد من الاواني المستطرفة ببعضها  
اناء أو أكثر متصلة ببعضها بواسطة أنبوبة كأنها اناء واحد ويميز في الاواني المستطرفة ببعضها  
حالتان من الموازنة على حسب ما إذا كانت الاواني المستطرفة محتوية على سائل متجانس  
أو على سوائل مختلفة الكثافة

الحالة الاولى لاجل أن يكون السائل المتجانس في حالة الموازنة في اناء أو جولة أو أن متصلة  
ببعضها يلزم أن تكون الاسطح العارضة لهذا السائل ذات ارتفاع واحد في الاواني المختلفة  
فلفرض مثلاً ان الثلاث أوان ١ و ٢ و ٣ (شكل ٨٠) متصلة ببعضها وفي أنبوبة

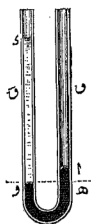


ش ٨٠

الاتصال سطح السائل م فلاجل أن تكون  
الجزئيات المكونة لهذا السطح من السائل في حالة  
الموازنة يلزم ان الضغط الذي تتحمله من كل جهة  
يكون متساوياً ومن حيث ان الضغط يكافئ وزن  
عمود من السائل فاعدته امتداد السطح من السائل  
الذي اعتبرناه وارتفاعه المسافة الرأسية من مركز

نقله الى السطح العارى للسائل يلزم حينئذ أن سطح السائل العارى يكون بارترفاع واحد في كل أناء لاجل أن يكون الضغط متساوياً في جميع الاتجاهات مع حصول الموازنة وعلى حسب هذه القاعدة يقال ان الماء يميل دائماً أن يساوى سطحه الاصلى وعليها أيضاً يؤسس توضيح ظواهر طبيعية كالخفقات والينابيع المستمرة والآبار الارتوازية وعليها أيضاً يؤسس فعل السدود وناقورات الماء والمجارى في باطن الارض المعدة لتوصيل المياه من ينابيع مختلفة البعد الى مستودعات موضوعة في ارتفاع يساوى ارتفاع تلك الينابيع لاجل توزيعها فيما بعد

الحالة الثانية - اذا كان سائلان مختلفا الكثافة ولا تأثير لهما على بعض تأثيرا كيمياويا مشمولان في اناء من متصلين ببعضهما فارتفاع السائل التي تتوازن يكون على حسب



ش ٨١

عكس كثافتها فمثلا كافي (شكل ٨١) الاناء ن و د المتصلان بفرض انه صب أولاً زئبق في الفرع د ثم صب فوقه سائل خفيف كلما فوزن عمود الماء د و ينخفض في الحال سطح الزئبق و في الاناء و ويرفعه في الاناء الآخر ن فاذا فرضنا سطحاً أفقياً هو د و مارا بالسطح الفاصل للزئبق عن الماء شوهد أن عمود الزئبق أهو يوازن عمود الماء د و وبقياس هذين العمودين نجد أن الاول أصغر من الثاني بثلاث عشرة مرة ونصف وهذا دليل على القاعدة المذكورة من حيث ان كثافة الزئبق أكثر من كثافة الماء بنحو ثلاث عشرة مرة ونصف

تنبيه - قطر الأنبوبة ن مفروض أنه مساو لقطر الأنبوبة د ولكن يمكن الحصول على النتيجة عينها اذا كانت الانابيب ذوات أقطار مختلفة بحيث ان الأنبوبة الاكثر صغراً يكون لها قطر كاف لعدم مشاهدة الخاصية الشعرية فاذا كانت الأنبوبة د أعرض من الأنبوبة ن مائة مرة ارتفع الزئبق بالنسبة لقاعدة تساوى الضغط دائماً الى السطح أ الى ارتفاع أقل ثلاث عشرة مرة ونصف من عمود الماء

السطح الفاصل بين سائلين - السطح الفاصل بين سائلين موضوعين فوق بعضهما يكون دائماً أفقياً ونشاهد هذه الحالة أيضاً اذا وجدت عدة سوائل فاذا فرضنا أن سطح الانفصال غير أفقي وكان شكله كافي (شكل ٨٢) ن و كان الضغط الذي



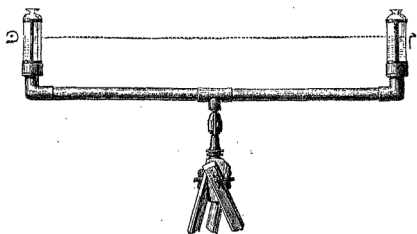
ش ٨٢

يقع على سطحين متساويين د و هـ من طبقة م موجودة أسفل سطح الانفصال غير واحد وهذا يخالف لما ذكرناه فيما تقدم ولجل أن تكون هذه السوائل في حالة موازنة ثابتة يجب أن تكون

من نسبة على حسب كثافتها أي أن أثقلها يكون أسفل أخفها حتى يصير مركز ثقلها في أنزل وضع ويمكن اثبات ذلك بتجربة بسيطة وهي أن يؤخذ سائلان أو جملته مختلفة الكثافة ولا تأثير لهما على بعض كالماء والزيت أو الماء والزيت والزيق وهكذا ويوضع في زجاجة فيشاهد بعد قليل من الزمن انفصال هذه السوائل عن بعضها بأسطح أفقية ويكون الزيت في أسفل والماء أعلى منه ثم الزيت وهكذا

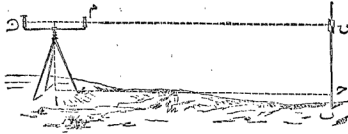
تطبيقات الاواني المستطرقة ببعضها - قاعدة الاواني المستطرقة ببعضها أهدت الى تطبيقات عديدة اذا احتوت على سائل واحد

منها جهاز التسوية المائي أي ميزان الماء المستعمل لمعرفة الفرق بين ارتفاع نقطتين وهو عبارة عن أنبوبة معدنية (شكل ٨٣) محمولة على حامل ذي ثلاث أرجل و طرفاهما منخنيان على هيئة زاوية قائمة وموفق عليهما أنبوبان من الزجاج م و د فاذا صب في هذا الاناء ماء الى أن يظهر في الأنبوبين م و د فان سطحيه فيهما يكونان في مستواقي واحد



ش ٨٣

وعندما يراى استعمال هذا الجهاز لتعيين الفرق بين ارتفاع نقطتين أ و ب فيوضع في نقطة ب كفاي (شكل ٨٤) مساعده ومعه مسطرة طويلة مقسمة الى سنتيمترات تتحرك عليها اللوحة مربعة مقسمة الى اربعة أقسام اثنان منها غطيان بطبقة بيضاء والاثنان الآخران بطبقة سوداء أو جراء ثم يضع المساح عينه في نقطة د أعلى سطح السائل ويضع اشارات يده الى المساعدين يرفع أو يخفض اللوحة الى أن يرى نقطة تقابل المربعات الاربعة ن على امتداد الشعاع البصري المار ب سطح الماء في الأنبوبين م و د فيعلم عند ذلك البعد الرأسى ن ب الكائن بين نقطة ن و ب فالفرق بين الارتفاعين أ د و ن ب يكون ذا الاعلى الفرق بين ارتفاعي النقطتين وهو ح ب



ش ٨٤

ومنها جهاز التسوية ذو الفقاعة الهوائية وهو مكون كما في (شكل ٨٥) من أنبوبة من الزجاج محدبة قليلا من الوسط ومحفوظة في غمد من النحاس وهي مملوءة بالماء أو الكؤل وفيها فقاعة من الهواء ففي كان الجهاز أفقيا كانت الفقاعة الهوائية في الوسط وكان السطح المراد معرفته أفقيا وإذا وجدت الفقاعة في جهة أخرى غير الوسط كان السطح غير مستو وتكون الفقاعة دائما في الجهة المرتفعة



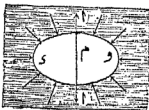
ش ٨٥

ولاجل التحقق من أفقية السطح يوضع الجهاز على التوالي في وضعين عموديين على بعضهما من السطح

### قاعدة أرشميد

إذا غمر جسم صلب في سائل فإنه يكابد من هذا السائل ضغطا على جميع أسطحه وجميع هذه الاضغاط لها نتائج يعين بواسطة قاعدة (أرشميد)

وهي أن كل جسم غمر في سائل يكابد من هذا السائل دفعة متجهة من أسفل إلى أعلى انبجها عموديا تساوى وزن حجم الماء المزاع ويقال بعبارة أخرى ان كل جسم غمر في سائل يفقد جزأ من وزنه يساوى وزن حجم السائل المزاع وهذه القاعدة التي سنشاهد فيما يسأتى منطبقة أيضا على الغازات ويمكن مشاهدتها بطريقتين التعقل والتجربة فالمشاهدة بالتعقل تكون إذا فرض كما في (شكل ٨٦) كتلة من سائل في حالة الموازنة ١١ وفرض أى جزء منها مثل و م س تجذب بدون تغيير في كثافته فن الواضح أن الموازنة لا تفقد

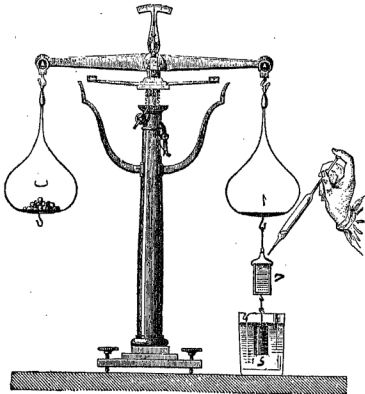


ش ٨٦

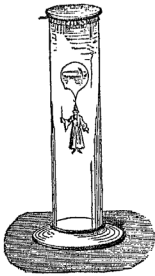
وان الضغط الذي يتحمله هذا الجزء المتجمد الواقع عليه من السائل المحيط يتخلل إلى ضغط أفقى وضغط عمودى مؤثر على سطحه تأثيرا عموديا فالضغط الاول وهو الافقى يتعدهم ضرورة حيث انه متساو في كل نقطة مضادة وأما الضغط العمودى

الذى هو نتيجة دفع السائل فانه يكون مساويا وزن الجزء المتجمد نفسه وبعبارة أخرى يساوى وزن السائل الذى زاع للحصول على الموازنة واذا بدلنا الجزئى و م د بأى جسم كان شكله كشكله فان هذا الجسم يكابد الضغط عينه من أسفل الى أعلى ويقعد حينئذ جزء من وزنه يساوى وزن السائل الذى شغل محله هذا الجسم

والمشاهدة بالتجربة تتضح كفى ( شكل ٨٧ ) بواسطة اسطوانتين من النحاس الاصفر احدهما مصمتة د والاخرى مجوّفة ح والاولى تدخل محكمة فى الثانية بكيفية بها ان سعة الاسطوانة المجوّفة تكون مساوية حجم الاسطوانة المصمتة بغاية الاحكام ثم تعلق هاتان الاسطوانتان فى احدى كفتى الميزان الايدروسستاتيكى ولتكن ا مثلاً بشرط أن تكون المصمتة أسفل المجوّفة ثم يوضع مخردق الرصاص أ والرمل الجاف فى الكفة الثانية ب الى أن يصير العائق أفقياً ومضى تم ذلك يرفع العائق ويوضع تحت الاسطوانتين اء عملاء بالماء ثم يخفض ثانياً بحيث تنغمر الاسطوانة المصمتة كلياً فى الماء فتفقده الموازنة فلاجل اعادةها يلزم ملء الاسطوانة المجوّفة من السائل عينه حينئذ يتضح انه الوزن المفقود والاحسن أن يقال الدفع الذى كابدته الاسطوانة المصمتة مدة انغمارها يساوى وزن حجم من السائل يساوى حجمها



نتائج قاعدة (ارشيد) - متى غمر جسم في سائل شوهه ثلاثة أحوال  
الحالة الاولى - اذا كان الجسم المنغمر أكثر كثافة من السائل فإنه يقع في قاع الاناء بقوة  
مساوية للفرق بين وزنه ووزن السائل المزاج  
الحالة الثانية - اذا كانت كثافة الجسم مساوية لكثافة السائل كان وزنه مساويا ووزن  
السائل المزاج فلا يمكنه النزول ولا الارتفاع بل يبقى معلقا في السائل في حالة الموازنة  
الحالة الثالثة - اذا كان الجسم المنغمر أخف من السائل فإنه يصعد على السطح بقوة  
تساوي الاختلاف بين وزنه ووزن السائل المزاج فيرتفع جزء من الجسم على سطح السائل  
حتى ان وزن السائل المزاج يساوي وزنه فتلاكل جسم يسبح في سائل يزيد حجمه من وزنه  
يساوي وزنه فالآلة الصغيرة من الطبيعة المعروفة بالعبة تحقق هذه الاحوال الثلاثة وهي  
صورة صغيرة من العاج كافي (شكل ٨٨) يعاها كرة صغيرة محفوفة من الزجاج محتوية على  
كمية من الهواء مثقوبة من جزئها السفلي وكناهما موضوع في مختبر مملوء بالماء ومسدود  
بغشاء متوتر فترتفع هذه الصورة الى سطح الماء لانها فعلت بكيفية بها تكون أقل وزنا من



ش ٨٨

الماء الذي أذاعته لكن اذا ضغط على الغشاء بالاصبع دخل  
الماء في الفقاعة فضغط الهواء الموجود فيها فيشاهد في الحال  
ان العبة سقطت في قاع المختبر لزيادة وزنها بالماء الداخل  
في الفقاعة واذا خف الضغط في أثناء نزولها أمكن إبقاؤها  
في الارتفاع حسب الارادة ويكون وزن مجموع الآلة الصغيرة  
والماء المحتوية عليه حينئذ مساويا ووزن الماء المزاج فاذا منع  
الضغط عن الغشاء أخرجت قوة من وزنه الهواء الموجود  
في الفقاعة كرات الماء التي دخلت فترتفع الصورة الى سطح الماء  
كما كانت

السباحة وحركة الاسماك - متوسط كثافة جسم الانسان أرق من كثافة الماء فلا يمكن  
الانسان أن يسبح على سطحه الا بفعل حركات خصوصاً وان وزنه متفرق بدون انتظام وان  
الجزء الأكثر ثقلاً هو الرأس الذي يجب بقاءه خارج الماء ويمكن مع ذلك السباحة مدة من  
الزمن يجعل الصدر ممددا كما يكون مدة الشهيق لان ذلك يزيد في الحجم بدون أن يتغير الوزن  
وأصحاب الشحم تسبح بسهولة أكثر من غيرهم لان الشحم أخف من الماء وأيضاً عظم الجسم  
يزيد كمية عظيمة من الماء وبعض الحيوانات يبقى على حالة الموازنة على سطح الماء أوفى باطنه

وذلك كالاسماء وأقل حركة من العوامات ~~تص~~ في اصعودها أو انخفاضها وبعض هذه الحيوانات يكون له مثانة سباحة ممتلئة بغاز معدة لتغير مركز الثقل وسهولة الحركات

## الوزن النوعي والكثافة

الوزن النوعي لأي جسم هو وزن وحدة حجمه ومن هذا التعريف ينتج أن وزن الجسم النوعي يختلف باختلاف وحدة الاجسام ووحدة الاوزان المستعملين لصيرورة وزن الاجسام النوعي ثابتا ومهما كانت الوحدات المصطلح عليها اعتبر الطبيعيون أن وحدة الاوزان تكون وزن وحدة أحجام الماء المقطر الذي في درجة أربع مئة فوق الصفر فإذا اعتبر مثلا السنتيمتر المكعب وحدة للاحجام يعتبر الجرام وحدة للاوزان وهكذا فينتج من ذلك أنه اذا كان الوزن الكلي لجسم و حجمه  $C$  فكثافته تكون بالمعادلة

$$\frac{C}{V} = \frac{W}{V}$$

وبأخذ الجرام وحدة للوزن وجعل السنتيمتر المكعب وحدة للحجم يسهل الحساب على هذه المعادلة فمثلا اذا كان القصد معرفة وزن الجسم المعلوم حجمه وكثافته أو حجم الجسم المعلوم وزنه وكثافته ففي الاولى  $W = C \times \frac{W}{C}$  وفي الثانية  $C = \frac{W}{\frac{W}{C}}$  بالسنتيمتر المكعب فإذا فرضنا أن جسمنا حجمه ٢٥ سنتيمتر مكعبا وكثافته ٤ سنتيمات مكعبة فوزنه يساوي  $25 \times 4$  أي يساوي ١٠٠ جرام وإذا فرضنا أن جسمنا وزن ٢٥٠ جراما وكثافته ٥ جرام فحجمه يساوي  $\frac{250}{5}$  أي ٥٠ سنتيمتر مكعبا

تنبيه - وحدة الوزن وهو الجرام تعادل وحدة الحجم أي السنتيمتر المكعب من الماء المقطر فيعلم من ذلك ان الرقم  $C$  الذي يدل على حجم الجسم بالسنتيمتر المكعب يكون مثل رقم  $W$  الذي يدل على وزن الجسم عينه من الماء بالجرام فمعادلة  $\frac{W}{C} = \frac{W}{C}$  يمكن كتابتها هكذا

$$\frac{W}{C} = \frac{W}{C}$$

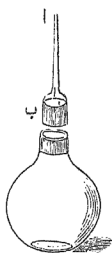
وعلى هذه القاعدة تأسس معرفة الكثافات النسبية أو الوزن النوعي للاجسام فلاجل الجوامد والموائع يؤخذ الماء المقطر لاجل المقارنة بحيث ان الكثافة النسبية أو الوزن النوعي لجسم جامد أو مائع هي النسبة بين وزنه ووزن حجم مساو له من الماء المقطر فكثافة الماء المقطر الذي في أعلى درجة من كثافته أخذت وحدة

تعيين الوزن النوعي للأجسام الجامدة - المستعمل لذلك طريقتان أصليتان

الأولى طريقة الميزان الأيدروستاتيكي وهي ان يعلق الجسم في إحدى كفتي الميزان بواسطة خيط رفيع جدا ثم يعين وزنه على التعاقب في الهواء وفي الماء المقطر فإذا كان الأول والثاني  $و$  فالفرق  $و - و$  يدل على وزن الماء المزاع أى حجم من الماء يساوى حجم الجسم على حسب قاعدة (أرشميد) ومن حيث ان كثافة الأجسام المتساوية الأحجام تكون متناسبة مع أوزانها يلزم أن تكون  $ل = \frac{و}{و - و}$  وحرف  $ل$  يدل على الوزن النوعي للجسم فمثلا إذا كان جسم يزن في الهواء ٦٤ جراما وفي الماء ٥٢ جراما وسئل عن وزنه النوعي فالفرق بين الوزنين ١٢ جراما وهذا يدل على وزن حجم من الماء يساوى حجم الجسم فإذا فرضنا للوزن النوعي المقصود ايجاده بحرف  $س$  كان

$$س = \frac{٦٤}{١٢} = ٥,٣٣$$

والثانية طريقة الاناء وهي ان يؤخذ إناء كفاي (شكل ٨٩) سداده  $أ ب$  مصفرة



ش ٨٩

من جهة  $ب$  ومنتهية بانبوبة طرفها الأعلى رفيع وهو  $أ$  وهي مفتوحة الطرفين فتى رفع الغطاء وملئ الاناء بالماء المقطر ووضعت عليه السدادة صعد جزء من السائل وخرج من الفتحة العليا  $أ$  بشرط ان السعة الباطنة تكون مملوءة ملائما وبعد ذلك يوضع الاناء بعد مسحه في إحدى كفتي الميزان ويجوارة الجسم المراد معرفة كثافته ثم يوازن بوضع مخردق الرصاص في الكفة الأخرى ومتى حصلت الموازنة يرفع الجسم ويعوض بصنخ معلومة فهذا يدل على الوزن و بطريقة الوزن المزدوج ثم ترفع

الصنخ ويدخل الجسم في الآنية ثم تغلق ثانيا بغاية الاحتراس فن الواضح ان الجسم يزيغ من الاناء حجمان من الماء يساوى حجمه ثم يمسح الاناء ويوضع على كفة الميزان ويوازن بصنخ معلومة فسدل الصنخ على وزن الماء الذي قذفه الجسم وهو  $و$  ومن حيث ان الجسمين حجم الجسم وحجم الماء المزاع متساويان يكون  $ل = \frac{و}{و - و}$  فمثلا إذا كان الوزن  $و$  في الهواء ٢٥ جراما وكان  $و$  وهو وزن الماء المنقذف من الآنية ١٠ جرام كانت الكثافة

$$ل = \frac{٢٥}{١٥} = ٢,٥٠$$

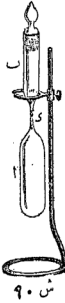


تنبيهه - اذا كان الجسم قابلا للذوبان في الماء فلا بد من فعل العملية عينها في سائل آخر كشافته معلومة من السوائل التي يكون فيها الجسم غير قابل للذوبان مثل الكحول والزيت والايثير ويتحصل على كثافة الجسم بالنسبة للسائل المستعمل ويكتفي لاجل الحصول على كثافته بالنسبة للماء ضرب هذا العدد الاول في كثافة السائل المستعمل واذا كان الجسم مسحوقا يلزم الاحتراس بعدم غمره في الاناء بطرد الهواء الذي يلتصق بالجزيئات التي تتكونه ولذلك تستعمل الآلة المفرغة واذا كان الجسم كثيرا للمسام والقصد الحصول على كثافته بالنسبة لمجمعة الظاهر على سطحه بطبقة رقيقة من الشمع لاجل منع تشربه السائل وطريقة الاناء كافية في معرفة كثافة الاجسام الصلبة الاخف من الماء التي لا يمكن الحصول عليها بواسطة الميزان الايدروستاتيكي ويمكن الحصول ايضا على الوزن النوعي للاجسام الصلبة بالطريقة الاتية التي استعمالها بسيط جدا وهي ان يؤخذ انبوبة مقسمة الى سنتيمتر مكعب ويصب فيها كمية من الماء كافية لتغطية الجسم المراد معرفة وزنه النوعي ثم يوزن الجسم في الهواء بغاية الدقة ويعلم في الانبوبة السطح العلوي لموئ الماء ثم يوضع الجسم الصلب في قاع الانبوبة فيرتفع سطح الماء في الحال مقدار اربعين بالسنتيمتر المكعب وهو حجم الجسم المنجر لاجل معرفة وزنه النوعي يقسم وزنه في الهواء على عدد السنتيمترات المكعبة من الماء الذي ارتفع زيادة عن السطح الاصلي فمثلا اذا كان الماء شاعلا في الانبوبة ٣٠ سنتيمتر مكعبا وأدخلت قطعة من الكبريت وزنها ١٨,٢٧ جراما وارتفع الماء ٩ سنتيمتر فبقسمة وزن الكبريت ١٨,٢٧ جراما على ٩ يكون الناتج ٢,٠٣ وهو الوزن النوعي للكبريت

تعيين الوزن النوعي للموائع يحصل عليه بطريقتين أيضا

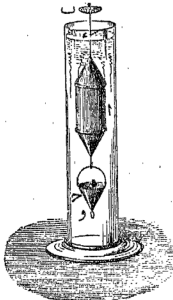
الطريقة الاولى بالميزان الايدروستاتيكي وهي ان يعلق في احدى الكفتين جسم صلب وليكن فقاعة من زجاج بواسطة خيط رفيع جدا ثم تفعل الموازنة بواسطة مخدق الرصاص أو خلافة ثم تغمر الفقاعة أولا في السائل المراد معرفة كثافته ثم في الماء المقطر وتفعّل الموازنة في كل مرة بواسطة أوزان معلومة وهي و و و فيحصل على وزن الاجسام المتساوية من السائل والماء ويكون الناتج  $L = \frac{W}{W_0}$  فمثلا اذا غمر جسم في الكحول وازاغ ٣,٩٥ جرام من هذا السائل ونغمر الجسم نفسه في الماء المقطر ازاغ ٥ جرام وكان القصد معرفة الوزن النوعي للكحول وهو  $S = \frac{L}{L_0}$  كان الناتج  $S = \frac{2.95}{5} = 0.59$  حيث ان الاجسام متساوية

الطريقة الثانية طريقة الاناء يستعمل لذلك عادة اناء صغير مكون كما في (شكل ٩٠) من مستودع اسطوانى  $A$  من الزجاج يعلوه أنبوبة شعيرية منتهية بحجرة متسع  $B$  كتمنع له سدادة من الزجاج لاجل الاحوال التى يستعمل فيها سائل قابل للتطاير فيوضع هذا الاناء فارغاً قابلاً في احدى كفتى الميزان ثم يوازن باثقال ثم يملأ الى نقطة  $C$  بالسائل المراد معرفة كثافته فالاوزان المعلومة التى يلزم اضافتها لاجل الموازنة هى الوزن  $W$  ولهذا السائل ثم نفعل هذه العملية على الماء فيكون المتحصل هو  $W$  للحجم عينه من الماء ويكون الناتج حينئذ  $\frac{W}{W_{\text{ماء}}}$  مثلاً اذا كان وزن المائع ٢٨٢ جراماً ووزن الماء ٣٢٠ جراماً فالوزن النوعى  $\rho = \frac{282}{320} = 0.881$ .



### الاريومترات

قد شاهدنا أن كل سائل في حالة الموازنة يزيغ حجمه من السائل وزنه مساو لوزن حجمه فن ذلك ينتج انه كلما كان السائل أقل كثافة كان انغمار الجسم فيه أكثر وعلى هذه القاعدة أسست الاريومترات وهى أجهزة ساجحة معدة لمعرفة الاوزان النوعية للأجسام الصلبة أو السائلة ولمعرفة تغير الكثافات التى تحصل في السوائل من اختلاطها بأجسام أخرى وهى الاريومتر ذو الحجم الثابت والوزن المتغير والاريومتر ذو الوزن الثابت والحجم المتغير أما الاريومتر ذو الحجم الثابت والوزن المتغير فالموجود منه نوعان اريومتر (نيكولسن) وهو المستعمل لاجل تعيين الوزن النوعى للأجسام الحامدة



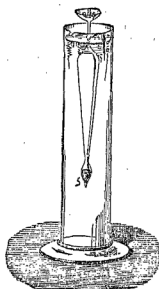
واريومتر (فرانست) لاجل الموائع فاريومتر (نيكولسن) هو كما في (شكل ٩١) مكون من اسطوانة من الحديد الابيض أو من النحاس مجوفة  $A$  منتهية من طرفها بجذونتين على المخروط العلوى ساق فيه علامة  $C$  تسمى نقطة التفهيف وعليه قرص  $B$  معد لقبول الاوزان وفي المخروط السفلى خطاف يحمل نوع سبب  $C$  معد لقبول الاجسام الصلبة المراد معرفة كثافتها وأسفل منه كرة صغيرة  $D$  كصابورة للهباز موضوعة بطريقة بها يبقى الجهاز راسياً متى غمر في الماء المقطر لكن لا يغمر منه

الاجزاء و يلزم عند التجربة غمر الآلة في الماء الى نقطة التهف حتى انها ترى عودا ثابتا من السائل

ولاجل استعمال هذا الاريومتر يغمر في الماء المقطر ثم يوضع الجسم المراد معرفة كثافته على القرص ب ثم يضاف مخردق الرصاص بكمية كافية لاجل الحصول على التهف أى لاجل انغمار الآلة الى العلامة و ثم يرفع الجسم ويعوض بأوزان معلومة كافية لاعادة التهف فيحصل حينئذ على الوزن و للجسم بطريقتة الوزن المزدوج و بعد ذلك ترفع الاوزان المعلومة ثم يوضع الجسم في السبب ح فبغير الجسم في الماء يكاد دفعة مساوية لوزن حجم الماء المزاع فيلزم حينئذ لاجل الحصول على التهف وضع أوزان معلومة على القرص ب فهذه الاوزان تدل على الوزن و حجم من الماء مساو لحجم الجسم ويكون الناتج  $\frac{2}{5} = \frac{2}{5}$  مثلا اذا كان الوزن الذي لزم لاجل حصول التهف بعد رفع الجسم عن القرص ٥٠ جراما والوزن الذي لزم بعد وضع الجسم في السبب لاجل الحصول على التهف أيضا ٨ جرام وسئل عن الوزن النوعي س لهذا الجسم فهذان العدان يدل احدهما على وزن الجسم والاخر على وزن حجم الماء المساوي لحجمه ويكون الناتج س  $\frac{5}{8} = \frac{5}{8}$  و هذا الاريومتر مستعمل في المينيرالوجيا أى علم المعديات بالنسبة لبساطة وسمولة استعماله

واذا كان الجسم المراد تعيين كثافته أخف من الماء كالفلين مثلا يقلب السبب ح و يعلق في الخطاف و ويوضع الجسم عند غمره في الماء أسفل منه

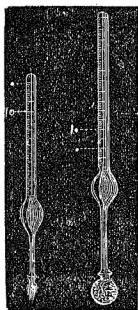
وأما اريومتر (فرانزيت) فيستعمل لتعيين كثافة السائلات وهو مكوّن كما في (شكل ٩٢)



ش ٩٢

من اسطوانة من الزجاج حتى لا يكون للسائلات الخسسية أو الحوامض تأثير عليه وتنتهي هذه الاسطوانة بفقاعة زئبق أو مخردق الرصاص ومن أعلى بساق رفيع حامل للقفنة معدة لقبول الاوزان وعلى هذا الساق توجد نقطة التهف وللاجل استعمال هذا الاريومتر يلزم ألا معرفة وزنه وليمكن ان ثم يغمر على التعاقب في الماء المقطر وفي السائل المراد معرفة كثافته بوضع أوزان في القفنة الى أن يحصل التهف في الماء اذا كان الوزن الذي لزم لاجل الحصول على التهف في السائل و والوزن الذي لزم لاجل الحصول على التهف في السائل الاخر و فوزن حجم الماء المزاع يكون مساويا حينئذ و

ويكون حجم السائل  $ق + و$  وحيث ان هذه الاجسام متساوية فتسكون  $ك = \frac{ق + و}{ق + و}$   
 وأيضا اذا كان وزن اريومتر (فرانيت) ١٠٠ جرام والوزن الذي لازم لاجل حصول  
 التهف في الماء المقطر ٣٠ جراما والوزن الذي لازم لاجل فعل التهف في السائل الآخر  
 ١٢ جراما والقصد معرفة الوزن النوعي لهذا السائل في المعلوم ان الاجسام السابحة تزيد  
 حجمها من السائل وزنه مساو لحجمها فالعدد  $١٠٠ + ٣٠$  يدل على وزن حجم الماء الذي أزاغه  
 الارومتر و  $١٠٠ + ١٢$  يدل على الحجم المزاج من السائل المراد معرفة كثافته ومن حيث  
 ان هذين الحجمين متساويان يكون الناتج  $٨٦١ = \frac{١١٢}{١٣٠}$ .



ش ٩٣

وأما الاريومترات ذات الوزن الثابت والحجم المتغير فهي المستعملة  
 يوميا في التجارب لالتعيين كمية الكوئل المحتوى عليها سائل وإلماعين  
 درجة تركيزه أو شرب أو لقيمة ملح مذابة في محلول وجميع هذه  
 الآلات مكوّنة من اسطوانة مجهزة من الزجاج يعلوها ساق من الزجاج  
 (شكل ٩٣) ومن أسفل مثقلة بصورة صغيرة محتوية على الزئبق  
 أو مخزوق الرصاص وكلما كان السائل أقل كثافة كان انغمار هذه الآلة  
 أكثر ومن السهل جدا تدرج الساق على حسب الكثافة النسبية  
 أو على حسب درجة كثافة السائل أو الحظ أو المحلول الملقى ونحوه  
 وهو الاحسن وأكثر الاريومترات استعمالا هو أريومتر (يوميه)  
 وأريومتر (كارتيه) والارومتر المئيني وهو أريومتر (غيلوسالك)

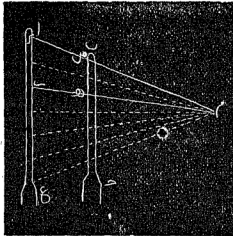
فأريومتر (يوميه) يسمى ميزان الاملاح وميزان الحوامض والارواح أو السوائل على  
 حسب تدرجها فإذا كان المراد استعماله للاملاح أو الحوامض أي سائل أكثر كثافة من  
 الماء فعلى له صابورة كافية بحيث اذا غمر في الماء النقي ينغمر الى قمة الساق التي يعلم فيها الصفر  
 ثم يغمر في محلول من ملح الطعام محتوي على ٨٥ جزء من الماء المقطر و ١٥ جزء من ملح الطعام  
 ثم يعلم في نقطة التهف ١٥ ثم تقسم المسافة بين الصفر و ١٥ الى خمسة عشر جزءا متساوية  
 أو درجات ثم يمد التدرج على طول الساق

وإذا كان استعماله للارواح أي السوائل الأقل كثافة من الماء وضعت له صابورة بكيفية فيها  
 اذا غمر في محلول مكوّن من ٩٠ جزء من الماء المقطر و ١٠ أجزاء من ملح الطعام انغمر الى ابتداء  
 الساق وهنالك يعلم الصفر ثم يغمر في الماء المقطر النقي ويعلم ١٠ في نقطة التهف ثم تقسم  
 المسافة الى عشرة أجزاء أو درجات متساوية ثم يتم التقسيم الى اثنائه الانبوبة

وأما اريومتر (كارثيه) فهو اريومتر (يوميه) متنوعا تنوعا خفيفا ولم يوضح المخترع كيفية تدريجه والدرجة العاشرة منه تقابل كثافة الماء على درجة  $12,5 + 39,9$  تقابل ٢١ من اريومتر (يوميه)

وأما الار يومتر المئيني وهو الكومتر (غياوسالك) فهو معد لمعرفة كمية الكؤل التي يحتوى عليها سائل شرابي وهو مقبل بصابورة بطريقة بها متى غمر في الكؤل النقي انغمز الى قبة الانبوبة التي يعلم فيها ١٠٠ ثم يغمر على التعاقب في مخلوط صناعي من الماء والكؤل النقي تحتوى المائة جزء بالحجم على ٩٥ و ٩٠ و ٨٥ و ٨٠ جزءا من الكؤل ويعلم ٩٥ و ٩٠ و ٨٥ و ٨٠ في نقط التي هي هفت المقابلة لذلك وهذا يحصل على مائة درجة ما بين الصفر المقابل للماء المقطر وعدد ١٠٠ الذي يدل على الكؤل الصفر فاذا فرضنا ان الكومتر المنغمز في سائل شرابي يعلم ٥٩ يستنتج من ذلك ان السائل يحتوى على ٥٩ في المائة من الكؤل لكن هذا التدريج لا يدل على ناتج أكيد الابد درجة حرارة معلومة فاذا ارتفعت أو انخفضت تغيرت كثافة السائل وحينئذ تنغير الالة قليلا أو كثيرا في سائل واحد كؤل فيبازم حينئذ لاجل الوقوف على الحقيقة التأمل في جدول التصحيح (غياوسالك) المعد لذلك

وقد وضع (غياوسالك) جدولا كجدول الضرب تعلم منه الدرجة الحقيقية للسائل الروحي متى علمت درجته باريومتر (غياوسالك) ودرجة الحرارة التي أخذت عليها هذه الدرجة ووضع مقياس كؤل معنى به أمكن معه تدريج غيره من مقياس الكؤل وذلك بمعرفة درجتين من درجات المقياس الثاني ولبان ذلك نفرض أن أ ع اريومتر (غياوسالك) مضبوط



ش ٩٤

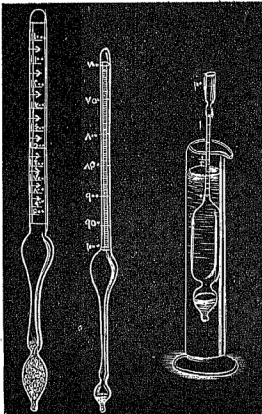
وليكن ١٠٠ و ٧٥ نقطتين معلومتين سه هـ (شكل ٩٤) من الار يومتر الثاني ب ح فيرسم على قطعة ورق الطولان أ ع و ب ح بتقاسيمهما ويقام من نقطة د المقابلة لدرجة ١٠٠ في الار يومتر أ ع خط يمر من نقطة سه المقابلة لرقم ١٠٠ في الار يومتر ب ح وخط آخر مار من نقطة ر المقابلة لدرجة ٧٥ في الار يومتر أ ع يمر من سه ثم يقام من بقية نقط الار يومتر أ ع

خطوط تمر من الار يومتر ب ح فجميع هذه الخطوط تتلاقى في نقطة م مثلا وهي نقطة يعرفها جميع الخطوط المارة في الار يومتين من درجات واحدة

ويتحصل باريومتر (غياوسك) على الدرجة الروحية للسائل مباشرة إن كان السائل مكوناً من الماء والكنول أما إذا كان محتوياً على أجسام آخر فيجب فصل جميع الكنول منه بالتقطير أولاً ثم يمد المتقطر بالماء إلى أن يصير حجمه مساوياً لحجم السائل قبل التقطير وبعد ذلك تؤخذ درجة روحية بالاريومتر الكنولي

مقياس الحجم والكثافات - الاريومترا يمكن أن تدل دلالة أكيدة على إيجاد كثافة بعض السوائل بسهولة من معرفة تقسيم الاريومتر الذي يهدف عليه اريومتر (بوميه) المنحمر في السائل وتعمل آلات تدريجها يدل إما على حجم السائل المزاج وإما على وزنه النوعي فالأولى تسمى بمقياس الاحجام والثانية بمقياس الكثافة فلاجل الاحجام يعلم ١٠٠ في نقطة التفرغ في الماء فكل قسم يعادل ١٠٠ من الاحجام المعينة فإذا حصل التفرغ في نقطة ٧٥ من أى سائل فذلك يدل على أن حجم من هذا السائل وزن قدر ١٠٠ حجم من الماء والوزن النوعي يكون حينئذ  $\frac{1}{75} = 1.33$

ومقياس الكثافة مدرجة بالطريقة عينها لكن عوضاً عن الحجم يعلم ناتج قسمة ١٠٠ على ٧٥ أى أنه عوضاً عن ٧٥ يوضع ١.٣٣ (شكل ٩٥) يدل على اثنين من مقياس الكثافة . الأول للسوائل الأكثر كثافة من الماء . والثاني للسوائل الأقل كثافة منه



ش ٩٥

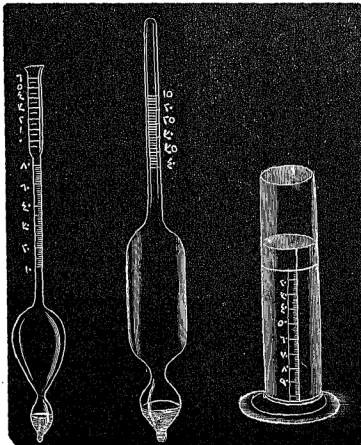
ش ٩٦

فتدل الكثافات على أجزاء من ١٠٠٠ لكن أحد الاريومتريين يدل من ١ إلى ٢ والاخر من ٧ إلى ١

مقياس الكثافة المنسوب الى (رسو) هذا المقياس كما في (شكل ٩٦) يمكن استعماله لإيجاد الوزن النوعي بسهولة لكيفية قليلة من سائل فيكفي قدر سنتيمتر مكعب ١ وساقه عليه أقسام تدل على أحجام متساوية وينتهي بقع صغير معد لوضع السائل المراد معرفة كثافته وهو مدرج على حسب كونه ينغمر في الماء إلى درجة ١٠٠ إذا احتوى القع على سنتيمتر مكعب من نفس السائل فإذا فرضنا أن كل سنتيمتر أموضع في القع

أو أخذ منه يحدث انغماراً أو ارتفاعاً إلى درجة وبعبارة أخرى إن كل قسم يقابل سنتي جرام ووضعه في القمع سنتيتر مكعب من سائل آخر خلاف الماء وانغمرت الآلة إلى درجة ١٣٣ فنجعل هذا السائل ين ١,٣٣ جرام ووزنه النوعي يكون ١,٣٣  
مقياس الكثافة المنسوب إلى (باكية) هذا المقياس كافي (شكل ٩٧) شكله يشبه المتقادم لكن القمع مقسم إلى أقسام متساوية السعة ويمكنه تعيين الوزن النوعي لسائل بالطريقة عينها ويمكن استعماله زيادة على ذلك للجوامد فإذا فرضنا أن الأريومتر يحمل سنتيتر مكعب من الماء وهفهف في نقطة ١٠٠ ثم وضع في القمع قطعة صغيرة من جسم صلب يعلم حجمها من تغير سطح السائل فيحصل على وزن هذه القطعة بتغير نقطة التهفهف فإذا كان التغير ٥٥ درجة كان الوزن ٥٥ سنتيغراما

مقياس اللبن (لاكتومتر) تستعمل أريومترات لمعرفة الكثافة الطبيعية لبعض السوائل كالبول واللبن ونحوها وتعين ما احتوت عليه تلك السوائل من الماء بوجه التقريب  
مقياس كثافة اللبن (لاكتودنسيتر كيشن) هو كافي (شكل ٩٨) أريومتر يحمل نوعين من الدرج أحدهما للأجل اللبن المزروع القشطه والثاني لغير مزروعها ويلزم قبل استعماله



ش ٩٧

ش ٩٨

فعل تجربة أولى إما بقياس الاجسام الدسمة مباشرة أو بواسطة مقياس القشطة وهو (اللاكتوبوتيرومتر) وصورته في (شكل ٩٨) مكوّن من مخبر مقدم الى سنتيمترات وبعكسه باللبن وتركه للهدومدة من ١٢ الى ١٥ ساعة يشاهد صعود القشطة على السطح ومقدارها الطبيعي من ١٠ الى ١٦ سنتيمتر ومقياس اللبّن يدل بعد ذلك على زيادة وزن المتر من اللبّن عن المتر من الماء

فإذا دل على ٣٠ كان ذلك دليلا على أن المتر من اللبّن يزن ١٠٣٠ جراما والدلالات المأخوذة من مقياس اللبّن ليست أكيدة لانه مع نزع القشطة من اللبّن واضافة الماء يمكن حفظ كثافته الطبيعية

### ( جدول الاوزان النوعية للسوائل المهمة )

ماء	١٠٠٠
دم	١٠٥٥٠
مصل الدم	١٠٢٧٠
السائل الحى الشوكى	١٠١٠٠
اللعاب	١٠٠٦٠
الصفراء	١١٢٦٠
الربوطة المائية للعين	١٠٥٥٣
البول	١٠٢٥٠
المرأة	١٠٢٣٠
البقرة	١٠٣٢٤
الانسان	١٠٣٥٥
ماعز	١٠٣٤٠
فارس	١٠٣٤٦
نجاح	١٠٤٠٩

اللبّن

### ( جوامع — د )

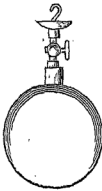
عضلات	١٠٦
أوتار	١١٢٥
أعصاب	١٠٤٠
خ	١٠٣٠
شرايين	١٠٧٠
أربطة	١٠٤٥
عظام	١٩٧٥



## موازنة الغازات

خواص الغازات - قد شاهدنا فيما تقدم ان الغازات لها خواص تقرب من التي للسوائل وتميز عنها بقابليتها للانتشار وملئها المسافات التي تعطي لها وقيل دائماً لان تشغل أكبر منها وبحسب هذه الخاصية تحدث الغازات ضغطاً على جدران الاواني الحاوية لها وعلى الاجسام التي تلامسها وهذا الضغط يسمى قوتها المرنة فينتج من ذلك ان شروط موازنة الغازات كالسوائل ما عدى التوسعات الناشئة عن انتشارها وقوتها المرنة

كثافته الغازات - الحوطة من الهواء محيط بالكرة الارضية كالغلاف لها وهو مركب على حسب تحاليل المعلم (دوماس) و (بوسجولت) من اوكسجين وازوت في النسب ٢٠,٨ من الاوكسجين و ٧٩,٢ من الازوت ويحتوى أيضاً على كمية مختلفة من بخار الماء ومن ٤ الى ٦ من حمض الكربونيك في عشرة آلاف حجم وبشاهدته على هيئة كسلة أعنى من خلال جميع سمك الطبقة الجوية يرى لونه مائلاً الى الزرقه ويعطى السماء لوناً أزرق لازوردياً يشاهدناها ولم يعلم لنا حقيقة ثخن الطبقة الجوية لكن قدرها بعضهم ٦٠ كيلومتراً أو ٧٠ وبعضهم اعتبر أنهم اتصل الى نحو ٣٤٠ كيلومتراً تكافى اعتباراً لا يمكن الخوض فيها هنا فهذا الفرق العظيم بين هذين الاعتبارين دليل على عدم وقوفنا على حقيقة الهواء كافي الاجسام الطبيعية متأثر بتأثير الثقل ويشاهد ذلك بوزن قبابه فارغة من الزجاج ثم وزنهما مملوءة بالهواء (شكل ٩٩) فهذه الطريقة يشاهد أن لهما من الهواء النقي في درجة الصفر وتحت الضغط المعتاد وزن ١,٢٩٣ أو ١,٣ جرام تقريباً

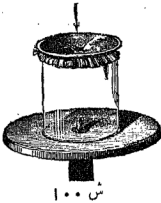


ش ٩٩

الضغط الجوي - هو نتيجة ثقل الهواء وليس هو الوزن الطبقة الهوائية المكونة للجو وقد شاهدنا فيما تقدم ان الغازات بالنسبة لعظم حركات جزيئاتها تكون منفاعة لقوانين الايدروسستاتيك كالسوائل ويمكن معاينة الضغط الجوي بواسطة ناقب المئانة ونصفي كرة مجدى بورج

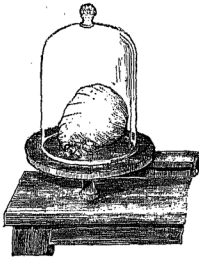
أما ناقب المئانة فهو أن يوضع على قرص الآلة المفرغة إناء من زجاج مفتوح الطرفين (شكل ١٠٠) طرفه الاعلى مسدود سدنا بحكمة بقطعة من مشاة فحي حصل الفراغ شوهد في الحال ان المئانة تنضغط بقوة من تأثير الضغط الجوي الذي تتحمله فان فقدت قوة مقاومتها

تمزقت مع فرقة شديدة ناتجة من دخول الهواء فجأة في الاناء وهذه التجربة يمكن فعلها بالعكس تجربة تنسب الى (أوقو) من (جيريك) تدل على قابلية الغازات للانتشار كما في (شكل ١٠١) وهي ان توضع مئانة محتوية على الهواء أو أى غاز كان ذات خنسية تحت ناقوس الآلة المفرغة حتى حصل الفراغ في هذا الناقوس شوهد في الحال أن المئانة تنتفخ شيئاً فشيئاً كلما نقص تأثير ضغط الهواء الناقوس عليها الذى كان مساوياً ابتداء للضغط الجوى



ش ١٠٠

وبادخال الهواء في الناقوس ثانياً تهبط وتعود الى شكلها الاصلى واذا عوّضت المئانة بفقاعة



ش ١٠١

صغيرة من الزجاج ذات جدار رقيق ومملوءة بالهواء أو بأى غاز كان فانها تنوول الى الكسر وهذه التجربة توضح ما يسمى قوة مرونة الغازات وتلك القوة هي السبب في ان كل ضغط أثّر على أى نقطة من كتلة غازية فانه يتشرو وينقل في جميع الاتجاهات بشدة واحدة كما ثبت ذلك بعض تجارب عامية مثل حركة الدوران التى يحدثها بعض القطع الصناعية من نفسها كارتفاع الصواريخ ورجوع الاسلحة النارية وكسرهما وهذه الظواهر تشاهد بتلك الاسباب في العربية

والبارام المائي

وأما نصفا كرة مجدى بروج فهما عبارة عن جهاز مكوّن كما في (شكل ١٠٢) من نصفي

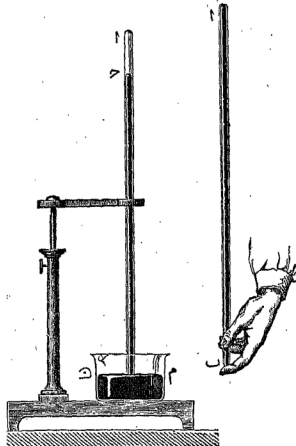


ش ١٠٢

كرة مجوفة قطرها من ١٢ الى ١٥ سنتيمترا يمكن انطباق أحدهما على الآخر بحافتيهما انطباقاً تاماً بحيث يحفظان الفراغ أحدهما فيه خنسية يمكن فلورتهما على الآلة المفرغة والاخر ينمى بحجة فساد النصفان منطبةين على بعضهما ومحتويين على الهواء يمكن فصلهما بسهولة وأما اذا فعل فيهما الفراغ فلنزم لاجل فصلهما قوة عظيمة في أى اتجاه يفعل فيه الجذب فهذا يدل كما قلنا على أن الضغط الجوى يؤثر في جميع الاتجاهات بقوة متساوية

تجربة (تورسالي) - أول من حقق وجود الضغط الجوى هو (تورسالي) فإلا من الزئبق أنبوبة من الزجاج أ ب فسدودا أحد طرفيها طولها نحو متر تقريبا ثم سد طرفها الآخر ب بالأصبع ونكسها في أناء ممتلئ بالزئبق أيضا م د فشاهد انخفاض الزئبق مقدارا قليلا وبقي في ارتفاع قدره ٧٦ سنتيمترا تقريبا أعلى من سطحه الظاهر في الاناء كفى (شكل ١٠٣) ومن المعلوم أن السائل الذى في حالة الموازنة جميع نقطه الموجودة في سطح مستو واحد تتحمل ضغطا واحدا فإذا اعتبرنا السطح م د فإن النقط الموجودة في باطن الأنبوبة تتحمل وزن عمود من الزئبق طوله ٧٦ سنتيمترا والخارجة عن الأنبوبة متأثرة بالضغط الجوى فالضغط الواقع من الجو على أى سطح كان يساوى حينئذ وزن عمود من الزئبق ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا فاعدته هذا السطح فلابل أ ١ سنتيمتر مربع تكون قيمة الضغط مساوية ٧٦ سنتيمترا مكعبا من الزئبق أى  $13,09 \times 76 = 1033$  جرام ولاجل سطح سه سنتيمتر مربع يكون

$$76 \times سه = 13,09 \times 1033 = سه \text{ جرام}$$

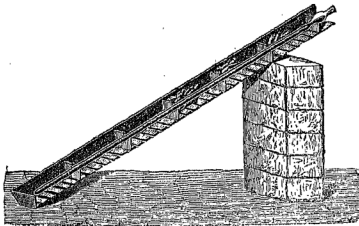


ش ١٠٣

تجربة (تورسالى) تدل حينئذ على الضغط الجوى وتسمح بتعيين قيمته وقد أعاد (بسكال) تجربة (تورسالى) باستعمال سوائيل مختلفة وأكد أن ارتفاع السوائيل فى الانابيب يكون مناسباً للعكس كشافها أى أن وزن السائل الذى يبقى فى الانبوبة يكون واحداً مهما كان السائل المستعمل وقد شاهد أيضاً ارتفاع الزئبق فى أنبوبة (تورسالى) ينخفض بالارتفاع فى الجوى فهذه النتيجة تثبت ما قاله (تورسالى) وتدل بطريقة أكيدة على أن ارتفاع الزئبق فى الانبوبة ناشئ عن الضغط الجوى

### البارومترات

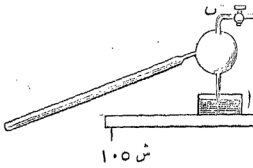
تركيب البارومتر - الضغط الجوى قابل للتغير فى كل وقت ولذلك فعل البارومتر المعد لقياس الضغط الجوى ولتكرار تجربة (تورسالى) حسب الإرادة مع الدقة ومن الضروري أخذ الاحتراز فى عمل البارومتر بأن لا يبقى فى الانبوبة البارومترية أثر من الهواء والرطوبة ويلزم غسل الانبوبة بحمض ثم بالكحول ثم الاثير وأخيراً بالماء المقطر ثم تجفف وكذلك يلزم أن يكون الزئبق نقياً وبعمل الانبوبة توضع على مصبع مخد نحو ٢٠ درجة تقريباً (شكل ١٠٤) ثم يعلل الزئبق شيئاً فشيئاً مبتدئاً بالطرف المسدود الموجود الى أسفل ثم يترك للتبريد ثم تنكس الانبوبة بعد سدها بالاصبع فى إناء مملوء بالزئبق يسمى الطشت ويتأكد من طرد الفقاعات الهوائية والرطوبة منها بما أنهما قلداً بعد تنكسها إلى أن يصل الزئبق إلى قمتها فيجب أن يعلل الزئبق الخزانة البارومترية ملئاً تاماً ويولد سوطاً عند ملاسته القبة



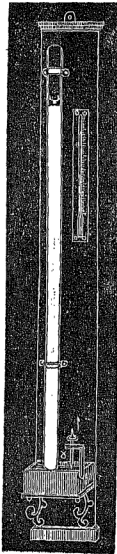
ش ١٠٤

والاختزالان عدم غليان الزئبق لانه يمكن أن يتأكسد أثناء هذه العملية فيلحم فى طرف الانبوبة المفتوح كره لها طرف رفيع مدبب مسدود يغرف فى الزئبق ١ (شكل ١٠٥) وفيها

أنبوبة أخرى ب لها خنفية ثم يفعل الفراغ مرارا ويدخل مقدار من الايدروجين الجاف بعد كل عملية ويمكن أيضا تسخين الأنبوبة لاجل سهولة طرد الرطوبة ثم يفعل الفراغ وتسد الخنفية ويكسر الطرف ا فتتلى الأنبوبة بالتدريج وينظرد الايدروجين الى الجزء العلوى من الكرة ثم تقطع الأنبوبة من الطرف الدقيق ثم تنكس في الطشت



البارومتر المعتاد - اذا كان عمل البارومتر يفعل دائما بطريقة واحدة مع اعطاء الأنبوبة أوضاعا مختلفة بحسب العمل المقصود وابقائها في موضع ثابت يكون أعظم وأعظم شكل هو المرسوم في (شكل ١٠٦) الذى فيه تسكون الأنبوبة متسعة حتى ان سطح الزئبق في نقطة ب يكون مستويا وذلك لعدم الاحتياج الى التصليح الضرورى الذى ينتج من الخاصية الشعرية التى تشاهد في الانابيب الضيقة وكذلك الطشت يكون متساو من الحديد الظهر وحيث ان تغيرات الارتفاعات البارومترية تحدث كذلك تغير سطح الزئبق في الطشت فيوجد في أحد جوانبه قطعة مخننية على هيئة زاوية قائمة يمر فيها مسمار برمه اه ينهى كل طرف من طرفيه بقطعة مديبة من العاج وطول هذا المسمار من الطرف المديب الى الآخر ثابت يعلم بقياسه مرة واحدة

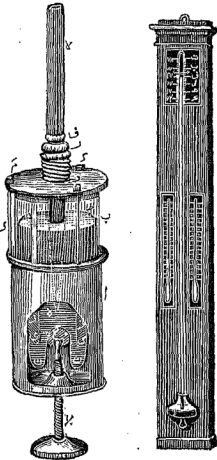


ولقياس ارتفاع الزئبق في هذا الجهاز يبدأ بتحريك المسمار الى أن تصير قته السفلى ملامسة لسطح الزئبق وهذا يكون متى رأى الصانع أن الطرف السفلى للمسمار في ملامسة صورته المنعكسة في الزئبق وبعد ذلك يقياس الارتفاع بين الطرف العلوى ا للمسمار وقة العمود الزئبقى ب في الأنبوبة بواسطة (كائتومتر) ويضاف اليه طول المسمار فيكون المجموع هو طول العمود الزئبقى من سطح الزئبق في الطشت الى قة الزئبقى في الأنبوبة

البارومتر ذو الطشت - متى أراد عدم أخذ الاحتياطات التى ذكرناها يستعمل طشت متسع كافى (شكل ١٠٧) فسطح الزئبق فيه يكون غير قابل للتغير كثيرا ولكنه يكون

محدثا في الخزانة البار ومترية نظرا للصغر قطر الانبوبة وهذا الشكل محتاج لتصلح يكون في الغالب مهملا ولذلك يكون غير دقيق

بارومتر (فورتن) - هذه الآلة لها فائدتان أولًا تكون سهلة الجلب ثانياً درجاتهم مضبوطة ولهذا الغرض يكون الطشت خفيفا قاعدته متحركة مكونة من جلد الاروى وبذلك يأتي



ش ١٠٨

ش ١٠٧

جعل سطح الزئبق في الطشت مقابلا للصفر التدرج وهذا الطشت مكون كما في (شكل ١٠٨) من اسطوانة من البقس يعاوها اسطوانة من زجاج ب قطرها ٤ سنتيمتر تقريبا وارتفاعها ٣ وجرورها العلوى مغلق بقرص من خشب يعاوه غطاء من نحاس م ومن وسط هذا القرص والغطاء تمر الانبوبة البارومترية ه وطرفها المنخفض في زئبق الطشت مسجوب والانبوبة والطشت منضم بعضهم الى بعض بجلد الاروى ف ر بواسطة رباطين شديدين أحدهما في ف مثبت في اخنقاق الانبوبة والاخر في و مثبت في أنبوبة من نحاس مثبتة في مركز الغطاء وهذا الارتباط كاف في منسح خروج الزئبق من الطشت عند انقلاب وضع البارومتر ولا يمنع ضغط الهواء الجوى عن الزئبق فان هذا يحصل من خلال مسام جلد الاروى على زئبق الطشت

والجزء السفلى من الاسطوانة ب يلتصق بالاسطوانة الخشب ز ز وعلى حافة هذه الاخيرة في ي يثبت جلد الاروى ن ن المكون لقعر الطشت وفي مركز هذا الجلد ز من الخشب ح يرتكز عليه مسمار برمة ح وهو الذى بادارته اليمين أو اليسار ينخفض أو يرتفع الزر ح ومعها الجلد ن ن فيرتفع أو ينخفض الزئبق فإذا أريد عمل مشاهدة أدير المسمار الى أن يصير سطح الزئبق مماسا لجسم مذهب من العاج ح مثبت في قعر الغطاء ويعرف تماس سطح الزئبق مع هذا المسام حين يكون الجزء المذهب مماسا للجزء المذهب من صورته المنعكسة على سطح الزئبق وجميع الجزء السفلى من الطشت في غمد من النحاس أ وهذا الغمد مبط بغطاء الطشت بثلاثة مسامير د د و

أما الأنبوبة البارومترية فمحافظة في غمد من نحاس لوقايتها وهو كما في (شكل ١٠٩) مشقوق من جرتة العساوى وبه كوتان مستطيلتان متقابلتان منها يرى الزئبق في الأنبوبة وعلى هذا الغمد مسطرة مدرجة بالمليمترات صفرها يقابل الجزء المذهب من الجسم العاجى و يتحرك على الغمد بواسطة مسمار حلقة معدنية هي (قرنية) منها يؤخذ ارتفاع الزئبق في الأنبوبة بحيث أن هذا الارتفاع لا يختلف عن الحقيقة بأكثر من عشرة مليمترات بأن تجعل الحافة السفلى لهذه الحلقة مماسة لسطح الزئبق ولتكون دلالة هذا البارومتر صحيحة يلزم أن تكون الأنبوبة موضوعة وضعا رأسيا فإن كانت مائلة كان الارتفاع البارومتري أكثر من الارتفاع الحقيقي ولنقل هذا الجهاز من مكان إلى آخر يرفع جلد الأروى بواسطة مسمار البرمة إلى أن يملأ الزئبق الأنبوبة والطشت واذن ذلك يمكن نقله وقلبه من غير أن يخشى دخول الهواء فيه

ولاجل استعماله يثبت على حامل ذى ثلاث أرجل بطريقة (كاردن) التى بواسطة يمكن الأنبوبة أخذ جميع الأوضاع بحيث انها تبقى دائما رأسية مهما كان ميل الأرض وفى العمل يكفى تعليق البارومتر فى خطاف كما هو مشاهد فى (شكل ١١٠) ويوجد ممر آه صغيرة متحركة ن توضع خلف سطح الزئبق لاجل سهولة المشاهدة ويوجد حلقة من النحاس الأصفر تحيط بالطشت وتتمتع من الاهتزاز إذا أريد نقل اللوح

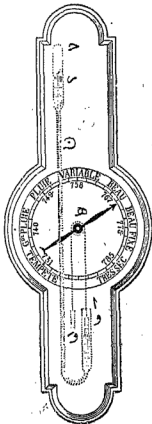
البارومتر ذو المص - هذا البارومتر يتركب من أنبوبة منحنية إلى فرعين متوازيين قطرهما واحد أحدهما طويل والآخر قصير والطويل مغلق والقصير ذو فتحة صغيرة بها يضغط الهواء على سطح الزئبق

وقد ضم (غيلوساك) الفرعين أ و ب (شكل ١١١) بأنبوبة شعرية د ليصعب دخول الهواء فى الخزانة البارومترية عند قلب الجهاز ويضغط على سطح الزئبق ح من الفتحة ف

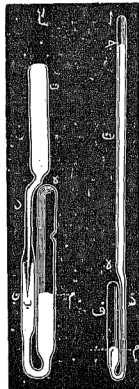
وارتفاع عمود الزئبق المعادل للضغط الجوى هو المسافة العمودية ح ف بين سطحى الزئبق فى الأنبوبتين ويقاس هذا الارتفاع بمقياس مدرج بالمليمترات تدريجيين أحدهما صاعد والاخر نازل صفرهما مشترك موضوع فى وسط الارتفاع فتجمع المسافة بين صفر التدريج و سطح الزئبق فى إحدى الأنبوبتين إلى المسافة بين الصفر و سطح الزئبق فى الأخرى وقد نوع (بونتين) أخذ صنعا الآلات البارومترية المص (غيلوساك) بأن أنهى الطرف الطويل بجهة الفرع القصير بجزء مستدق ب (شكل ١١٢) وغلفه بانفتاح فى أنبوبة شعرية

وبذلك تحبس فقاعات الهواء التي تتمكن من الدخول في الأنبوبة الشعرية بين جدار الجزء  
المستدق وجدار الأنبوبة الشعرية فلا تصل الى الخزانة البارومترية فيختل الجهاز وهذا  
البارومتر سهل النقل ولتقلبه يعل بالتدريج والاحتباس الى أن يمتلئ فرع الطويل بالزئبق  
ثم يوضع في غمد من نحاس وهذا في غمد من الجلود أو علب من الخشب

البارومتر ذو وجه الساعة - هو بارومتر ذو محص يسبح على سطح الزئبق في الفسرع  
المفتوح منسه ثقل صغير و (شكل ١١٣) معلق في طرف خيط ملتف على ميزاب بكرة  
خفيفة هـ سهلة الحركة وينتهي هذا الخيط بثقل آخر و وزنه أقل من وزن الثقل  
الأول بقليل ومحور البكرة هـ حامل لعقرب يدور أمام وجه ساعة مدرج حتى زاد الضغط  
انخفض سطح الزئبق في الفرع القصير وكذلك الثقل و وبذا يدور العقرب على وجه الساعة  
من اليمين الى اليسار ويحصل العكس متى قل الضغط



ش ١١٣



ش ١١٢



ش ١١٠



ش ١٠٩



البارومتر المعدنية - هذه البارومترات مؤسسة على مرونة المعادن وتبدل على تغيرات الضغط الجوي بالتغير الذي يحصل في أنبوبة أو صفحة من النحاس الأصفر قابلة للانثناء وبارومتر (وردون) مكوّن من أنبوبة مبطة منحنية على هيئة حلقة مسدودة الطرفين ومفعول فيها الفراغ ومنبته من وسطها في غير شكلها بحسب تغيرات الضغط الجوي فإذا ازداد كان انحناءها زائدا وقرب طرفاها من بعضهما وإذا نقص تبعاً لطرفاها عن بعضهما وتنقل حركاتها بطريقة بسيطة إلى ابرة تتحرك على وجه ساعة مقسم وكيفية ذلك هو أن طرفي الأنبوبة متصلان بطرفي رافعة تتحرك قوساً معدنيّاً مسنناً تنقل حركته إلى عجلة مسننة محورها يحمل البرة المتحركة أمام وجه الساعة

والخاتمة من أنواع البارومترات المعدنية هو البارومتر ذو الأنبوبة المفعول فيها الفراغ (شكل ١١٤) وهو حساس جداً ومكوّن من علبة من النحاس الأصفر مبطة مفعول فيها الفراغ ويحصل تدريج البارومترات المعدنية بمقارنتها بالبارومتر الزئبقي ولكن من حيث أن الجوامد تكايد على الدوام تغيرات في تركيب جزئياتها يلزم دائماً توفيق هذه البارومترات مع البارومتر الزئبقي ويوجد ابرة أخرى تتحرك باليد تسمي بتعيين تغيرات الضغط الجوي من يوم إلى آخر



ش ١١٤

تصايج القياسات البارومترية - من المعاصم أن وزن الزئبق النوعي ينقص بارتفاع الحرارة فيكون من الواضح أن الارتفاع البارومتري يكون أعظم بالنسبة لضغط واحد إذا ارتفعت درجة الحرارة وكذلك الدرجات تمدد بتأثير الحرارة ولأجل مقارنتها ببعضها يلزم تحويلها إلى درجة واحدة وهي الصفر

ويلزم أيضاً التأمل إلى تحدب سطح الزئبق في الأنبوبة ولأجل ذلك يلزم معرفة فطرها وقياس سهم القوس أعني المسافة الأكثر انحناءاً من السطح المحدب للثة ولأجل بارومتر (فورتن) يفعل هذا القياس بواسطة حاسب ذي (فرننيه) ومع هذين الداليلين يوجد حساب الارتفاع البارومتري في جداول بوضع سهم القوس للحصول على الضغط الجوي

قياس الارتفاعات بواسطة البارومتر - على حسب ما أوضحه (بسكال) يعلم أن الارتفاع البارومتري ينقص بالارتفاع في الجو ومن ذلك يمكن حساب المسافة الرأسية لموضعين متى قيس

ارتفاع عمود الزئبق فيما وذلك يكون بطريقة بسيطة اذا كان الهواء في جميع الجهات ذا كثافة واحدة فذلا اذا كان الزئبق أكثر كثافة من الهواء ١٠٤٦٤ فكل انخفاض ملائم من عمود الزئبق يقابل ارتفاع ١٠٤٦٤ متر فيكون ضرب هذا العدد في عدد المائتات التي انخفضت من الزئبق في البارومتر المنقل الى محل مرتفع لاجل معرفة الارتفاع الراسي لهذا المكان لكن هذه الكثافة تأخذ في النقصان كلما ارتفع في الجو وأيضاً يجب الالتفات الى الرطوبة وتغير درجة الحرارة وأحوال أخرى كثيرة

فلاجل الارتفاع الذي لا يزيد عن ألف متر يمكن استعمال المعادلة الآتية التي فعلها (باينييه)

$$س = ١٠٠٠ = (١ + \frac{٢}{١٠٠٠} \frac{ع - ع}{ع + ع})$$

وفي هذه المعادلة س تدل على المسافة الرأسية المطلوب إيجادها و ع تدل درجات الحرارة و ع ارتفاع البارومتر في الموضع المنخفض والاكثر ارتفاعا ولجل الارتفاعات التي تزيد عن هذا الحد قد عمل (لابلاس) معادلة عمومية مضبوطة أدخل فيها جميع التغيرات التي تحصل من تجربة الى أخرى

تأثير الضغط الجوي وتنوعاته - مساحة سطح جسم الانسان ١٧٥ ديسيمتر مربع تقريباً فيتحمل حينئذ ضغطاً يعادل تقريباً ١٨٠٠٠ كيلوجرام وهذا الضغط لا يحدث في البنية أدنى تأثير مضر لانه معادل بتأثير السائلات الباطنة وأن وجود الضغط الظاهري هو السبب في بقائها ولولا ذلك لخرجت الى الخارج (أنظر المحاجم) وكذلك لا تكون الحركات معاقة في عملها لأن تأثير الضغط في جميع الاتجاهات واحد

وبعض تجاوز جسم الانسان والحيوانات خالية من الهواء كثيراً أو قليلاً وذلك مثل المفاصل لأن فيها الاسطحة المفصليّة للاطراف متلامسة جيداً بدون وجود الهواء فيها وضغط الهواء كافٍ لحفظ هذه التلامسة حتى بدون وجود الارتباطة وهذا هو السبب في سهولة حركة المفاصل حيث ان الجهود العضلية يمكنها استعمالها في تحريك الاطراف بدون احتياج الى أي جزء منها لبقاء الاسطحة المفصليّة متلامسة لبعضها

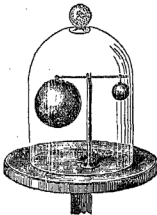
والتجويف البطني حال أيضاً من الهواء وان جدران البطن تغلف الاحشاء البطنية والضغط الجوي يمتد تأثيره الى السطح السفلي من الحجاب الحاجز \*

والتجويف الصدري له جدار صلب فالضغط الجوي لا يؤثر على سطحه الظاهر بل على السطح الباطن للرئتين ويجعله في حالة تمدد مستمر

والضغط الجوى يساعد أيضاً على سهولة الدورة الوريدية فكل زفير يكون مصحوباً بانهضان في الضغط يكون سبباً في جذب الدم من الاوعية الغليظة نحو القلب وقد تتحمل الاعضاء اضعافاً مختلفة عن الضغط الجوى بدون ضرر وتعلم زيادة الضغط بضغط غشاء الطبلة وزول في الحال متى وازن هواء الاذن المتوسطة الغازات الظاهرة والنبض يكون ممثلاً وسريعاً مقاومة والحركات سريعة ومؤكدة وقد يتحمل الجسم مقداراً من الضغط الجوى قدر الضغط المعتاد أربع مرات لكن تقليل الضغط يلزم ان يكون مع التدرج والاحتباس

ونتيجة لتقليل الضغط يمكن مشاهدتها بسهولة لانها تحصل عند الارتناح في القباب الطيارة أو على الجبال وفي هذه الحالة الأخيرة يشاهد اضطراب ينتج عنه ما يسمى عرض الجبال وسرعة في حركات التنفس مع عسر فيه وبرودة وتعب عضلى وذلك ناشئ عن عدم كفاية كمية الاوكسيجين التي تدخل في الرئتين أثناء كل حركة من حركات الشهيق فيكون الدم قليل الاوكسيجين فيحصل نتائج مشابهة لنتائج الانيميا الناشئة عن قلة كرات الدم وتحصل نتائج مشابهة لهذه عند الصعود في القباب

تطبيق قاعدة ( ارشيد ) على الغازات - هذه القاعدة يمكن تطبيقها على الغازات كالمسائل فان كل جسم غمر في غاز يكاد يمتدعة رأسية متجهة من أسفل الى أعلى تساوى وزن الغاز المزاح ويحقق ذلك بواسطة ( الباروسكوب ) ( شكل ١١٥ ) المكون من عانق يحمل في احدى طرفيه كتلة صغيرة من الرصاص وفي الطرف الآخر



ش ١١٥

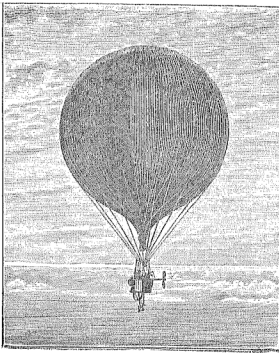
كرة كبيرة مجوفة من النحاس ذات حجم عظيم جداً وهاتان الكرتان تكونان متوازيتين في الهواء وبوضع الجهاز تحت مستودع الآلة المفرغة وفعل الفراغ يشاهد في الحال أن الكرة المجوفة تزداد في الوزن عن الكرة الصغيرة التي من الرصاص فهذا يدل على ان وزنها أكبر من وزن الكتلة الصغيرة وفقدت جزءاً عظيماً من وزنها ولا يثبت على ان هذا الفقد مساو في الوزن للهواء المزاح يكفي اضافة وزن حجم من الهواء الى الكتلة الرصاص الصغيرة مساو لوزن الكرة فالنوازن الذي يحصل في الهواء يفقد في الفراغ ويمكن أيضاً ايضاح ان هذه القاعدة تطبق على الهواء الجوى بواسطة تجربة بسيطة وهي ان نوزن مثانة خالية من الهواء على قدر الامكان ومتى حصلت الموازنة تملأ بالهواء بواسطة منفاخ

ثم نوضع على كفة الميزان فيشاهد حينئذ أن وزنها لم يتغير فهذا دليل على أن وزن الهواء الذي أدخل فيها فقد تقرر بيا وزن حجم الهواء الذي أزاغته المئانة المنتفخة

تأثير الدفع على الاوزان وعلى سقوط الاجسام - تطبيق قاعدة (ارشميد) على الغازات يلزم له بعض تصليحات في الوزن لانه متى وضع جسم في الميزان فان الذي يؤثر على الكفة هو الوزن الظاهر أى الوزن المطلق للجسم ناقص دفع الهواء فاذا وضع في الكفة الاخرى صنج معينة يلزم كذلك طرح قيمة الدفع التي تدل على قيمتها المطلقة وعلى الدفع الذي تسكبه وحينئذ تكون الاوزان المتساوية للاجسام والصنج هي الاوزان المطلقة وبناء على ذلك يلزم تصليح مزدوج

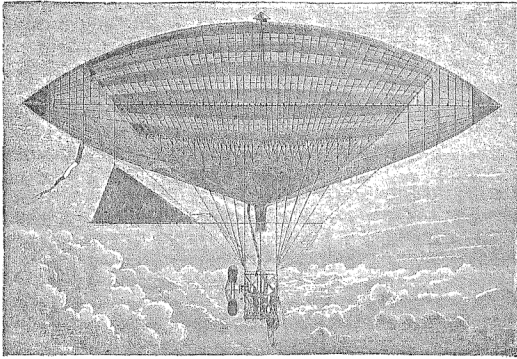
وأيضاً يلزم التأمل في ان الجسم الساقط يكون متقاداً الى قوة تساوى الفرق بين وزنه والدفعه التي يكادها ومن حيث ان الدفعه لاتعلق بالايا حجم فتكون واحدة لجميع الاجسام ذوات الحجم الواحد لكن من طبيعته وأوزان مختلفة وهذا ما يوضح جزاً من ان هذه الاجسام تسقط كما يشاهد في أسيوط (نيوتون) بسرعة مختلفة ونقول أيضاً ان قاعدة (ارشميد) لاتعين تأثير الوسط المحيط على الجسم المتحرك الا بطريقة غير تامة لانه يلزم احتساب المقاومة المضادة من هذا الوسط وهذه المقاومة تتعلق بشكل الجسم وسرعته

القباب الطائرة - اذا وضع جسم في الهواء وكابد منه دفعة تفوق وزنه الخاص فيرتفع عوضاً عن نزوله وهى قاعدة القباب الطائرة واختراع القباب الطائرة ينسب الى الاخوان



(مونتجولفير) سنة ١٧٨٣ وهذه القبة كانت من قماش مبطن بالورق ومنتفخة بالهواء الحار المتحصل عليه بحرق التبن والورق المندى بالماء أسفل فتحة فعلت في الجزء السفلى منها وكل قبة من هذا النوع تسمى (مونتجولفير) ويعطى عادة للقباب الطائرة شكل كروي يوجد أسفله ذورق خفيف جداً معلق في شبكبة تغطي جميع سطح الكرة بركبه الاشخاص الذين يصعدون في الطائرة (شكل ١١٦)

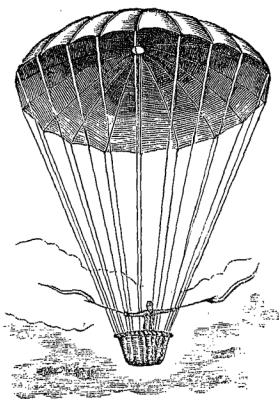
وقد استعمل (ديو يدلوم) حلزونات كالموجودة في الجزء الخلفي من بعض السفن لتوجيه القباب حسب الارادة وقد أعطى أخيرا للقباب المعدة للسير حسب الارادة شكل مستطيل تقاوم الهواء بسهولة (شكل ١١٧)



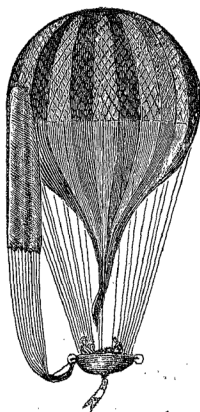
ش ١١٧

ويوجد دائما في الجزء العلوى من كل قبة طائرة فتحة مسدودة بصمام يغلق من أسفل الى أعلى فعندما يراد الهبوط يفتح هذا الصمام بواسطة حبل يصل الى الذئوق فيخرج حينئذ مقدار من غاز القبة ويحل محله هواء يزيد في وزنه فيتمبط ويجب ترك القبة مفتوحة من جزئها السفلى وذلك ليكون الغاز الموجود فيها يزيد حجما كلما ارتفعت بسبب نقصان الضغط الجوى فيخرج المقدار الزائد من الفتحة وبخلاف ذلك ربما انفجرت القبة من تعدد الغاز الموجود فيها ووضعه الذى يزيد عن الضغط الظاهر

مانعة السقوط - لمنع سقوط ركاب القبة بسرعة عند حصول انفجارها يستعمل الجهاز المسمى مانعة السقوط وهو عبارة عن شمسية من قماش متين تتصل حافته بالذئوق بواسطة حبله أبحال (شكل ١١٨) فإذا حصل شيء في القبة أفقرت مانعة السقوط بتأثير الهواء وعقاومته يبطئ السقوط كما في (شكل ١١٩) ولأجل منع الاهتزازات الخطيرة للذئوق عند خروج الهواء الذى دخل تحت مانعة السقوط يفعل فتحة في وسطها يخرج منها الهواء لأجل سهولة النزول وحفظ الجهاز ثابتا



ش ١١٩



ش ١١٨

### قانون مريوط

قد ذكرنا فيما تقدم انه يمكن استحالة تجوّم الغازات بضغطها وقد أثبتنا ذلك باستعمال الزند الهوائى والارتباط الكاش بين كتلة غازية والاضغط الواقعة عليها تبينت على التعاقب والذي بينهما كل من (مريوط) فى فرنسا و (بويل) فى انجلترا سنة ١٦٧٠ وهما القانون

الاجسام التى تشغلها كتلة غازية درجة حرارتها ثابتة تكون على حسب عكس الضغط الذى تعمله

فانافرضنا كتلة غازية تشغل حجما ع تحت ضغط ض ثم وضعت تحت ضغط ض' فحجمها ع' يعين بالارتباط

$$1 \quad \frac{ع}{ع'} = \frac{ض}{ض'} \quad \text{أو} \quad ع ض = ع' ض'$$

ويمكن إعطاء قانون (مريوط) شكلاً آخرهما أيضاً فلا لُ الوزن النوعي للغاز في الحالة الأولى و لُ في الحالة الثانية فالكتلة الغازية تبقى بدون تغير وكذلك وزنها وحينئذ

$$٣ \quad \text{ح ل} = \text{ع ل}$$

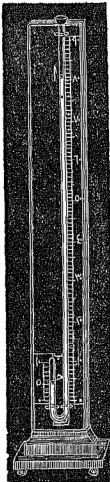
وبقسمة هذه المعادلة على المعادلة الثانية يتحصل على

$$٤ \quad \frac{\text{ل}}{\text{ص}} = \frac{\text{ل}}{\text{ص}}$$

والوزن النوعي للغاز يكون متناسباً مع الضغط الذي يتحمله

وهذا التعبير أوفق لعدم فرض أن الكتلة الغازية غير قابلة للتغير

تحقيق قانون (مريوط) لتحقيق هذا القانون تستعمل أنبوبة مثبتة على لوح منحنية

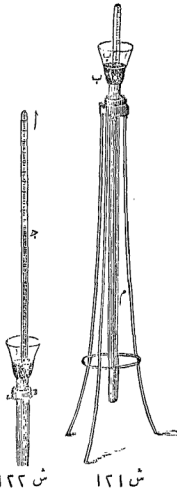


١٢٠

ذات فرعين غير متساويين (شكل ١٢٠) أطولهما أ مفتوح والصغير ب مسدود ومقسم إلى أجزاء أحجامها متساوية والطويل مدرج إلى سنتيمترات وأصفار التدرجيين في ارتفاع واحد في الجزء السفلي من الجهاز ثم يوضع قليل من الزئبق ابتداء إلى الصفرة من كل جهة فالهواء المنحصر في الفرع القصير يكون تحت تأثير الضغط الجوي حيث إن الزئبق في الفرعين يكون واحداً فإذا أضيف مقدار من الزئبق لأحالة حجم الهواء المنحصر إلى النصف فإن الضغط يكون مزدوجاً ويشاهد أن الاختلاف بين السطحين يكون تقريباً ٧٦ سنتيمتر ويكون الهواء المنحصر موازياً للضغط الجوي زائداً عموداً من الزئبق طوله ٧٦ سنتيمتر فيكون الضغط حينئذ مساوياً لاثني جو

والجهاز المتقدم يدل على الضغط الأكبر من الضغط الجوي وتحقيق قانون (مريوط) والضغط أقل من الضغط الجوي تستعمل أنبوبة بارومترية مملأة بالزئبق ويترك فيها مقدار قليل من الهواء وتترك على حوض عميق كالحوض ب م

(شكل ١٢١) وبعد ذلك تدخل هذه الأنبوبة في الحوض إلى أن يصير سطح الزئبق داخلها في محاذات سطحها خارجها فبذلك يكون محبوساً في الأنبوبة حجم أب من الهواء



على الضغط الجوي فتقاس المسافة التي شغلها حجم الهواء ثم ترفع الانبوبة الى أن يصير حجم الهواء  $\alpha$  (شكل ١٢٢) ضعف ما كان قبل بسبب نقصان الضغط فيرى ارتفاع الزئبق في الانبوبة وان هذا الارتفاع  $\delta$  يساوي نصف الارتفاع البارومتري وقت التجربة فالهواء الذي صار حجمه ضعف ما كان لم يكن ضغطه الانصف جو فان مجموع قوته مرونته وثقل عمود الزئبق  $\delta$  يعادل ضغط الجو والعمود  $\delta$  وحده يساوي نصف جو

قانون (مريوط) غير محكم - قد تبين من التجارب المتقدمة أن الهواء منقاد تقريبا الى قانون (مريوط) بالقرب من الضغط الجوي لأنها غير كافية لاثباته بالدقة فان كلا من (أرسنيد) و (ديسبرتر) و (بوليه) قد دلوا على أن الغازات تحت ضغط واحد لا تنضغط بدرجة واحدة وحيث أن لا تكون منقاد لهذا القانون بالضبط وقد دل (رينيولت) بتجارب أكيدة على أن أي غاز لا يتقاد الى هذا القانون فان الهواء والغازات الصعبة السيولة تبعد عنه قليلا في درجة الحرارة المعتادة ولو أن الاختلاف يكون واضحا ولو بضغط قليل والتباعد يكون واضحا جدا في الغازات القابلة للسيولة بسهولة وذلك مثل الايثريد كربونيك والسيانوجين وغاز النوشادر فانها تنضغط أكثر مما يدل عليه قانون (مريوط) والايدروجين يبعد عن القانون بالعكس فانه ينضغط أولا كالهواء واذا زاد الضغط عن ١٥ جو كان انضغاطه أقل وفي درجة حرارة مرتفعة يقرب الهواء والايثريد كربونيك من القانون ومهما كان قانون (مريوط) لا يستعمل الا في حساب الاحوال التي يحصل فيها تغير قليل في الضغط



## المانومترا

المانومترا آلات معدة لقياس قوة مرونة الغازات والابخرة وهي أنواع

المانومتر ذو الهواء الخالص - مكوّن من أنبوبة من البورد ( شكل ١٢٣ ) مثبتة على لوح من الخشب منحنية انحناءين ينتهي أحدهما بانفتاح  $\alpha$  فيه زئبق متصل بأنبوبة

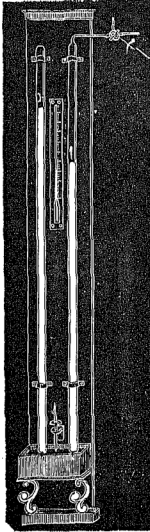
$\beta$  وهذه توصّل بالاناء المغلق المحتوي على الغاز أو البخار المراد معرفة قوة مرونته ولتدرج هذا المانومتر ترك الأنبوبة  $\beta$  مفتوحة فسطح الزئبق في الأنبوبة  $\beta$  وفي المستودع  $\alpha$  يكون في مستوى واحد فيوضع في محاذاة سطحه في الأنبوبة  $\beta$  د رقم  $\alpha$  للدلالة على أنه متى كان سطح الزئبق في هذه النقطة كان الضغط مساويا لضغط الجو وفوق هذه النقطة بمسافة طولها  $٧٦$  . سنتيمتر يوضع رقم  $٢$  ثم فوق هذه بمسافة  $٧٦$  . سنتيمتر يوضع رقم  $٣$  وهكذا حيث أن كل ارتفاع عود من الزئبق طوله  $٧٦$  . سنتيمتر يساوي ضغط جو ثم تقسم المسافة بين كل درجة وأخرى الى عشرة أقسام ليستبدل منها على أجزاء الضغط التي تكون أقل من الوحدة فإذا حصل اتصال بين الأنبوبة  $\beta$  واناء محتوي بخار وارتفع الزئبق في الأنبوبة الى خمس درجات كان ذلك دليلا على أن الضغط يساوي خمسة جوا وهكذا وقد يوضع داخل الأنبوبة ثقل يتصل بنظيره خارجها أمام مسطرة مدرجة الى سنتيمترات من أعلى الى أسفل بحيث يمر على بكرة فإذا ارتفع الزئبق في الأنبوبة رفع الثقل فيخفض نظيره في الخارج بقدر ارتفاع الآخر فلا تعسر قراءة الدرجات لبعدها وقد نوع هذا الجهاز (رينبوات) وأعطاه شكلا جيدا و (شكل ١٣٥) يدل عليه وهذا المانومتر ممتلئ بقطبارة ومكوّن من أنبوتين مستقيمتين منضمتين من أسفل بواسطة أنبوبة من الحديد وأسفلهما



من ١٢٣

توجد حنفية ر لها ثلاث طرق أعنى حنفية مثقوبة بثقب على شكل  $T$  في الوضع ١ تحدث اتصال الفرعين ببعضهما كأنهم توجد وفي الوضع ٢ تسد الفرع الأيمن وتحدث سيلان الزئبق من اليسر ويحصل عكس ذلك في الوضع ٣ وفي الوضع ٤ يحصل است فراغ الفرعين في آن واحد والوضع ٥ معد لمنع جميع الاتصالات بين الفرعين والخارج

ولاجل الضغط الاقل من ضغط الجوى يكون من الجيد استعمال مانومتر بارومتري



ش ١٢٤

(شكل ١٢٤) وهو عبارة عن أنبوبين موضوعتين في حوض واحد احدهما بارومتر معتاد والاخرى في جزئها العلوى خفيفة موصول الغاز والضغط المراد معرفته يساوى الفرق بين سطحى الزئبق فى الأنبوبين ويمكن قياسه بواسطة السكاتنومتر أو بواسطة درجات موضوعة على اللوحة الخشب المثبت عليها الجهاز

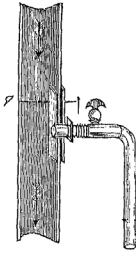
والمانومتر ذو الهواء الخالص غير جسيم فى الاحوال التى يراد فيها قياس أضغاط من تنفذة لكنه جيد ومضبوط بالنسبة لمساواة حساسيته وزيادة ضغط واحد تحدث دائما تغيرا فى سطح الزئبق مهما كان وضعه الباطنى

المانومترات المعدة لقياس ضغط الدم - أول من تفكر فى قياس ضغط الدم هو (هاليس) فقطع شريانا وربط طرفه البعيد عن القلب وأدخل فى الطرف الآخر أنبوبة من الزجاج على هيئة نعل الفرس فاختلاف سطحى الدم فى الأنبوبة يدل على قيمة الضغط وهذه الطريقة البسيطة لا تعطى نتائج جيدة نظرا لتجمد الدم

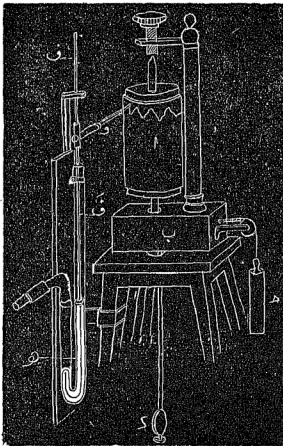
فمقوع ذلك (بوازويل) بوضعه زئبقا فى الأنبوبة وازدادة كربونات الصودة فى الجهة التى تتصل بالشريان لمنع تجمد الدم والجهاز المسمى (هيمودينامومتر) أى مقياس قوة الدم ليس خاليا من الغلط لأن قطع الوعاء المراد فحصه يتورع الظواهر التى تشاهد تنوعا عظيما ولجل منع هذا الغلط قد استعمل كل من (لودفيج) و (فالانتين) و (فيرورد) فعل شق طولى فى جدار الوعاء وفيه ثبت المانومتر (شكل ١٢٥) وكيفية ذلك هو أن طرف الأنبوبة المانومترية ينتهى بصفيحتين متوازيتين أحدهما فى باطن الوعاء والاخرى تنطبق على سطحه الظاهر ثم ثبتان ضد بعضهما بواسطة برمة

ومع ذلك فيه عيب وهو صعوبة تثبيت الصفايح والنتائج المتحصلة لا تخالف نتائج الاجهزة القديمة ولذلك يستعمل فى الغالب (الهيمومانومتر) المنسوب الى (بوازويل) باضافة جهاز حسابه مشابه أجهز الآلات الحاسبة الجديدة (شكل ١٢٦)

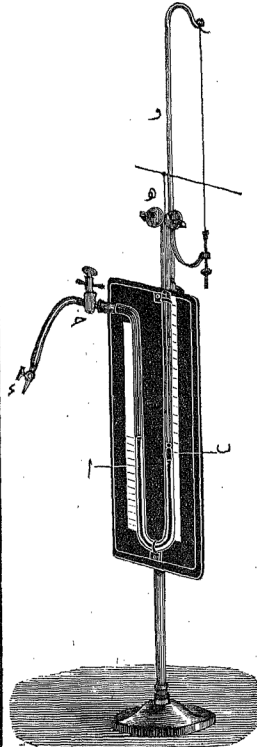
وجهاز (لودفيج) (شكل ١٢٧) كان موضوعا لاختبار السأخ فيوجد ساج يرتكز على الزئبق في الفرع المفتوح ف من المانومتر يحرك قلبا و معدا الخطيط اهتزازات عمود السائل على اسطوانة أ في حركة دوران



ش ١٢٥



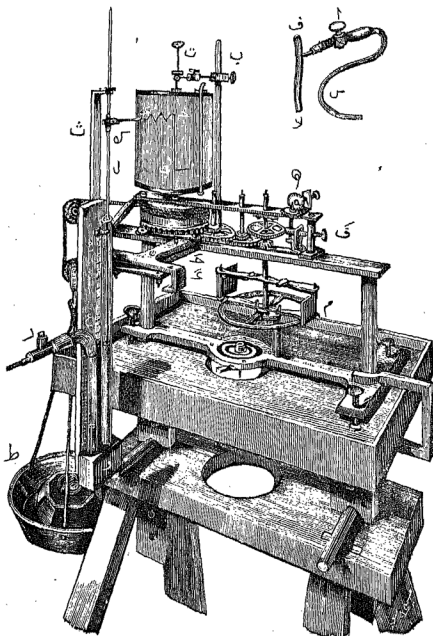
ش ١٢٧



ش ١٢٦

و (شكل ١٢٨) يدل على شكل مشابه لتصوره جناب (فالتن) وحركة الساعة الحادثة دوران الاسطوانة حاصلة في قرص ط حامل لوزن و انتظامها ينسب الى حركة ميزان دائرى من والساجم يرفع الساق ل والقلم ل يرسم الحركات على الاسطوانة الدائرة وفي حنفية المانومتر د أنبوبة قابلة للاثناء س أ تحمل الانبوبة التي تدخل في باطن الوعاء و المرسومة بجوار الجهاز

وقد فعل جهازاً أكثر حساسية يسمى هيمومتر (ماچندى) وكارديومتر (كلوت برنار) وذلك باعطاء الفرعين أقطاراً غير متساوية والفرع الذى يتصل بالشريان مكثون من زجاجة متسعة أسفلها ليثبت فرع المانومتر المكون من أنبوبة رفيعة



والمانومتر المكافئ المنسوب الى (ماريه) يتميز عن الهجومتري بوجود أنبوبة شعيرية بين الفرعين والمقاومة التي تنفع لها هذه الأنبوبة لحركة الزئبق تمنع اهتزازات عمود السائل وتدل على الضغط المتوسط مباشرة وبذلك يتجنب الخطأ العمومي الموجود في جميع الاجهزة المتقدمة وهو أن الزئبق فيها ينفوق أعظم وأقل ارتفاع يوازى الضغط الحقيقي للدم بالنسبة للسرعة التي يكنسها ومن ذلك لا يستدل على القيمة العظمى لضغط الدم في الشرايين

ومن هذه الاجهزة نذكر المانومتر الاختلاف المنسوب الى (كلوت برنار) المعد للاستدلال على اختلاف الضغط بين وعاءين وهو مكون من أنبوبة على شكل V محتوية على الزئبق وأعلاه في الجهتين كربونات الصوديوم ويوصل الطرفين بالوعاءين المراد البحث عنهما فاختلاف الضغط فيهما يساوى الاختلاف بين سطحي الزئبق في الأنبوبة

المانومتر ذو الهواء المضغوط - حيث ان المانومتر ذو الهواء الخالص لا يستعمل للقياس لضغط لا يزيد عن خمسة أوسجة وعادة وزيادة على ذلك فان استعماله متعب فيمكن استعاضته



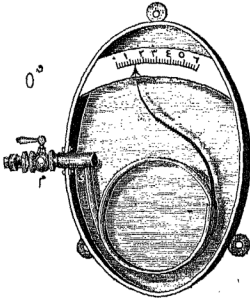
ش ١٢٩

بالمانومتر ذي الهواء المضغوط وهو يتركب كما في (شكل ١٢٩) من أنبوبة مغلقة أحد طرفيها وطرفها الثاني مغمر في مستودع من الحديد مملوء بالزئبق ومغلق من جميع الجهات وفيه فتحة جانبية أ بها يوصل المانومتر بالأناء المراد معرفة ضغط الغاز أو البخار الموجود فيه وتدرج هذا المانومتر يكون بمقارنته بعد حبس مقدار مناسب من الهواء فيه بمانومتر آخر ذي هواء مطلق بان يوصل المانومتران بأناء فيسه هواء مضغوط بطلمية زئبق فإذا كان سطح الزئبق في الأنبوبة والمستودع كما في المانومترين في مستوا واحد وضع على الأنبوبة في محاذاة سطح الزئبق رقم ١ فإذا بلغ ارتفاع سطح الزئبق في أنبوبة المانومتر ذي الهواء الخالص ٧٦ سم تسمى موضع على أنبوبة المانومتر ذي الهواء المضغوط في محاذات سطح الزئبق رقم ٢ فإذا بلغ ٢ × ٧٦ سم تسمى موضع في محاذاة سطح الزئبق في أنبوبة المانومتر ذي الهواء المضغوط رقم ٣ وهكذا

المانومتر المعدنى - هذا المانومتر معد لقياس قوة مرونة الغازات والابخرة أيضا وليس فيه زئبق وهو يتركب كما في (شكل ١٣٠) من أنبوبة من النحاس الاصفر رقيقة الجدران قابلة للانثناء قطعها و على يسار الشكل ملفوفة لفا حلزونيا بعضهم على بعض لفة ونصف طرفها ي مفتوح يتصل بأنبوبة ذات حنفية م بها يتصل المانومتر بالأناء

المحتوى على البخار أو الغاز المراد معرفة ضغطه والطرف الآخر مغلق يتصل بآلة فإذا اتصلت

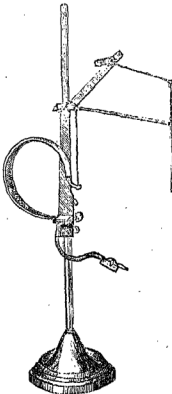
هذه الأنبوبة بآلة فيه بخار فإن ضغطه يحدث قف لك الأنبوبة فيتحرك طرفها المتصل بالآلة من اليسار إلى اليمين ومعه الآلة وأمام هذه قوس مدرج يعلم منه مقدار الضغط المحدث لهذه الحركة أما هذا التدرج فيكون بمقارنة الجهاز بمانومتر ذي هواء مطلق بأن يوصل المانومتران بآلة يحتوى على غاز مضغوط كما سبق ذكره في المانومتر المتقدم ولأجل الاضطراب العظيمة يدرج بوضعه تحت مكبس أيدروليكي يعين فيه الضغط بواسطة صمام يحمل أوزانا



ش ١٣٠

الكيموجراف المنسوب إلى (فيك) هو من ضمن تطبيقات المانومترات المعدنية على قياس

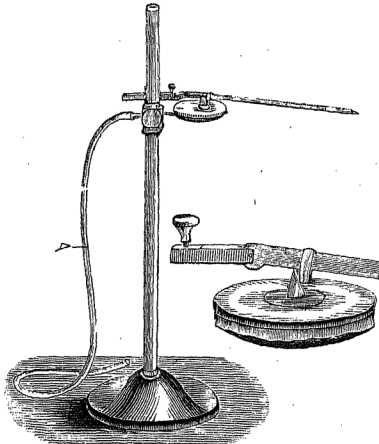
ضغط الدم وهو مكون من أنبوبة بحجوة مبططة (شكل ١٣١) يدخل فيها الدم من أحد أطرافها وهو الثابت والطرف الآخر به رافعة تنتهي بقلم حاسب ويوجد أنبوبة صلبة مثبتة في أنبوبة أخرى من الصمغ المرن تدخل في الوعاء ويكون الجهاز ممتلئاً ابتداءً بصبغات الصوديوم لتأخر تجمد الدم فالضغط الدموي يحدث توتراً في الأنبوبة المرنة وتنقل حركاتهم إلى الرافعة ومنها إلى القلم فهذه الآلة تدل على تغيرات الضغط بدون معرفة عظمها المطلق فهو محتاج إلى تدرج بمقارنته بهيودينامومتر زبقي ومع ذلك لا يمكنه إعطاء دلالات أكيدة كهذه الآلات ولذلك يكون قليل الاستعمال

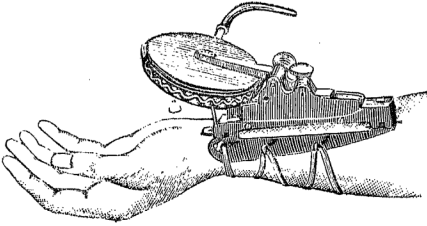


ش ١٣١

البوليجراف - هو اسم جهاز حاسب اخترعه كل من المعلم (ماريه) و (شوفو) سنة ١٨٦٢ وهو مستعمل في دراسة بجلة ظواهر ومؤسس على انتقال الاضغاط بالهواء فيدخل كرة صغيرة من الصمغ المرين في العضو المراد قياس ضغطه متصلة بأنبوبة طويلة ح الى كرة أخرى مفرطة (شكل ١٣٢) تحمل على أحد أسطحها صفيحة معدنية رقيقة في ضغط الكرة الأولى انظر د الهواء الموجود داخلها في الكرة الثانية وحدث تمددها فيرفع سطحها الحامل للصفيحة المعدنية وهذه الصفيحة حاملة فلما يهتزتا بع الحركاتها ويعلم اهتزازاته على اسطوانة في حالة دوران ويوجد مسمار برمة معدنية تثبت الكرة المفرطة في الارتفاع المطلوب على حامل معدني

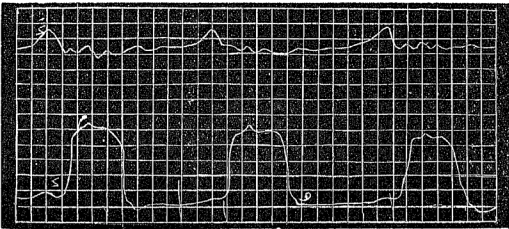
و (شكل ١٣٣) يدل على تطبيقات الطريقة المتقدمة للاسفيجوجراف وهو جهاز معدلتين حركات النبض بالرسم فيوصل بأنبوبة الجهاز المستقبل المرسومة صورته في (شكل ١٣٢) حركات النبض تنقل بواسطة رافعة الى الطمبورت بالهواء المنطرد من الكرة المفرطة للمستقبل فيحرك الرافعة المتحركة





ش ١٣٣

وقد طبق حركات هذا الجهاز على حركات القلب كل من (ماريه) و (شوفو) في باريس  
وسمياه (كارديو جراف) أى الراسم لحركات القلب و (شكل ١٣٤) يدل على رسم حركات  
الاذنين الايمن والباطنين الايمن للحصان على التعاقب بواسطة تمويرين يرسم قلماهما على اسطوانة  
واحدة في حالة دوران



ش ١٣٤

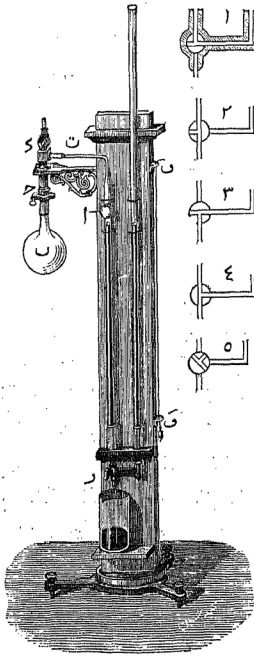
وقد أدخلت الكرات المقابلة لهذين التمريرين في القلب مارة من الوريد الوداجي  
الايمن



## مقياس الاجسام

استعماله - هذا الجهاز الذي صورته في (شكل ١٣٥) معدلتعين الاجسام وتبمع ذلك تعين كثافات الاجسام التي لا يمكن ملاستها بسوائل آخر بدون أن يحصل فيها تغير ويستند في ذلك على قانون (مربوط)

فيوزن الجسم ثم يدخل في قبابه المتصلة بواسطة الانبوبة الضيقة بمقياس موزن هواء خالص له حتمية في ذات ثلاثة مسالك والطرف المغلق يحمل جزءاً متنفخاً في



ش ١٣٥

على المانومتر بالزئبق لحد علامة موضوعة أعلى نقطة أ يفعل الفراغ في القبابه والانبوبة ت بالخففة د ومتى كانت هذه الخففة مغلقة يخرج الزئبق من الخففة ر حتى يقف في نقطة أخرى في الفرع المغلق موضوعة أسفل أ ويشاهد أن سطح الزئبق في الفرع المفتوح ينخفض زيادة لأن الغاز الباطني تمدد وصار ضغطه أقل من الضغط الجوي فيمقاس الفرق ضه للسطحين والارتفاع البارومتر ضه ومن ذلك يتحصل على حجم الجسم

فمثلاً سه حجم الجسم و ح حجم القبابه ت والانبوبة ت في العلامة الاولى و ح حجم الانتفاخ أ من ابتداء هذه العلامة الى العلامة الثانية ففي الجزء الاول من التجربة كان الهواء يشغل حجم ح - سه تحت الضغط الجوي ضه وفي الانتهاء صار حجمه ح - سه + ح وضغطه ضه - ضه وحيث ان الكتلة لم تتغير فيمكن تطبيق قانون (مربوط) على هذه التجربة فيحصل على

$$(ع - س) ض = (ع - س + ح) (ض - ض)$$

ومن ذلك يتحصل على

$$س = ع - ع - ض - ض$$

ومن ذلك يعلم أنه يكون من الضروري معرفة ع و ح ويكفي الحصول على مامرة واحدة فلاجل قياس ح تفصح الحنفية و بطريقة مناسبة لطروح الربق من الفرع المخلق حتى يصل من العلامة الاولى الى الثانية و يبقى الفرع الطويل منعزلا ثم وزن الربق ويؤخذ حجمه وللحصول على ع تفعل تجربة مشابهة للتي ذكرناها بدون وضع شئ في القباية فالجسم الابتدائي للغاز يكون ع وحجمه الانتهائي يكون ع + ح واذا كانت ارتفاعات الربق ض و ض يتحصل على

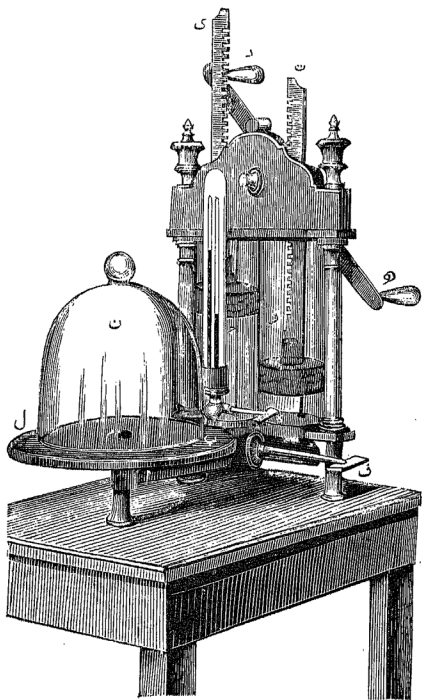
$$ع ض = (ع + ح) (ض - ض)$$

### الآلات المفرغة وآلات الضغط

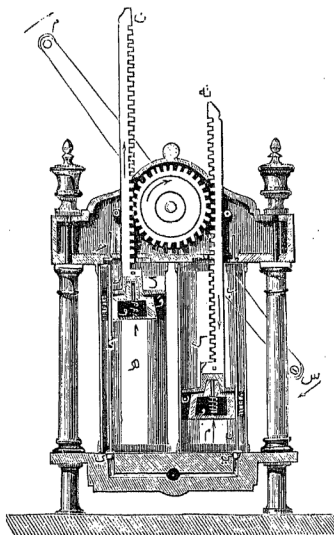
طريقة الآلة المفرغة المعتادة - قد اخترع هذه الآلة سنة ١٦٥٠ (اوتو) من (جيريك) وهي معدة لتخلخل الهواء في مستودع وتتركب كما في (شكل ١٣٦) من جسمي طلبية ح و د من البلالور معتي بصنعهما ليكونا اسطوانتين يدخل في كل واحد منهما مامكبس وهما يتصلان من أسفل بقناة واحدة من الحديد الظهر أ وينتهي طرف هذه القناة م في مركز قرص الآلة ل ب وهو قرص مستدير من البلالور مصنف من وجهه العلوي لصيرورته مستويا فاذا أريد وضع شئ في الفراغ وضع على هذا القرص وغطى بناقوس ن حاقته مصنفرة أيضا بعدد ن هذه الحافاة بهن حتى لا يكون بينها وبين القرص فضاء وفي طرف القناة م برمة يركب عليها الآلات المراد عمل الفراغ فيها وكذا الانابيب التي يقصدها توصيل الاجهزة بالآلة المفرغة اذا الم يمكن وضع تلك الاجهزة على الآلة مباشرة

ولاجل شغل هذه الآلة يكفي ان نعتبر ما يحصل في احدى الاسطوانتين حيث ان الثانية مشابهة لها فنقول ان المكبس مكون من دوائر من الجلد مضغوطة بين دائرتين معدنيتين (شكل ١٣٧) ضم بعضها الى بعض بضاغط برمي ليكون الجلد منطبقا انطباقا تاما على الجدار الداخل لجسم الطلبية وفي محور القطعة المعدنية الضامة للاقراص قناة تنفتح الى الخارج فيها ممام مغلق بقرص معدني و على الفتحة أ وبواسطة زنبك ملتف حول ساق

عموديه على القرص يكون هذا القرص ضاغظا بلطف على الفتحة أ ويعرف في المكبس  
 باختكالك لطيف ساق ح و بحيث يحركها المكبس معه فاذا لامست نقطة ثانية فانها  
 تنزلق فلا تتبع حركة المكبس وينتهي طرف هذه الساق بزر مخروطي يدخل باحكام في فوهة  
 القناة ي وفي طرفها العلوي مانع به يتكئ الساق على القاعدة العليا لجسم الطمينة متى تحرك  
 المكبس الى أعلى فليلا يمنع حركة الساق



و يتحرك كل مكبس بساق مسننة ن به يتعشق في طارة مسننة موضوعة في قطعة معدنية  
تعلو الاسطوانتين وهذه الطارة تتحرك بيد ذات فرعين لكل واحد منهما قبضة م س وبحركة  
الطارة يرتفع أحد المكبسين حال انخفاض الآخر على التعاقب



ش ١٣٧

وليبيان سير هذه الآلة نفرض ان أحد المكبسين منخفض ليعرج جسم الطلمبة ثم أخذ  
في رفعه فان الزر المعدني يرتفع قليلا عن الفتحة و بعد قليل تقف الساق حى عن الحركة  
للمامسة المانع المنتهية به من أعلى الى القاعدة العليا لجسم الطلمبة فيتحرك المكبس وحده  
فيشغل الهواء المحصور تحت الناقوس بسبب تباعد الزرع عن فتحة وحصول الاتصال بين  
الناقوس وجسم الطلمبة حجما آخذا في الازدياد ولهذا تأخذ مر وثته في التناقص وفي هذا  
الزمن يكون القرص و مغلقا للفتحة أ حيث انه يحمل من أعلى ضغط الهواء الجوى  
وهو أعظم من الضغط الحاصل عليه من أسفل وهو ضغط هواء الناقوس فاذا وصل المكبس الى

منتهى سيره وأخذ في العودة أى النزول إلى أسفل فإن الساق ح د تحرك معه فيسد الزر الفتحه دى فتقطع المواصله بين الناقوس وجسم الطلبه وتأخذ مروية الغاز الذى انحصر في جسم الطلبه تحت المكبس فى الأزيد بسبب أخذ المسافة التى يشغلها فى نقصان فإذا زادت عن ضغط الهواء فإن القرص و يفارق الفتحه أ فيخرج جزء من الهواء إلى أن يصل المكبس إلى منتهى سيره وتحصل هذه الظاهرة كلما بعد المكبس ونزل إلى أى فى كل كبسة

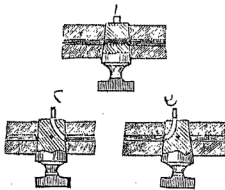
حد الفراغ - ضغط الهواء الموجود فى باطن الناقوس ينقص فى كل حركة من حركة المكبس والمهم معرفته هو سيره ورتبه معدوما أو إذا كان يمكن عمل فراغ تام فى السهل معرفة انه لا يمكن الوصول إلى هذا الحد فإذا فرضنا أن سعة الناقوس ١٠ لىتر والمستودع لىتر وفى كل حركة ارتفاع للمكبس يمر فى جسم الاسطوانة  $\frac{1}{11}$  من وزن الهواء الموجود فى الجهاز وفى حركة الانخفاض تنفذ نفس هذه الكمية إلى الخارج فيبقى حينئذ بعد كل حركة مكبس  $\frac{10}{11}$  من وزن الهواء الموجود من قبل وحينئذ فوزن الهواء الباقى لا يصير معدوما مطلقا

وعدم الضبط وهذا لا يكون شيئا معتبرا اذا لم يمكن الوصول إلى فعل الفراغ التام فيمكن الحصول بالاقبل على درجة فراغ كافية زيادة عن المرغوب ويكفى لذلك تحريك المكبس بحلة مرات لأن كل حركة جديدة تزيد فى حصول التخلخل وفى العمل يكون الامر بخلاف ذلك لانه باق وقت من الاوقات تكون فيه الحركة غير مفيدة فان درجة الفراغ لا تزيد وزيادة عن عدم الضبط توجد المسافة المضرة التى بين قاعدة جسم الطلبه والمكبس فإذا كان منخفضا فإن الملاصقة لا تحصل بالضبط مطلقا وكذلك متى صار الضغط ضعيفا فإن حجم الهواء الذى يشغل جسم الطلبه يمكن إحاطته إلى حجم المسافة المضرة بدون أن يفوق الضغط الجوى وحينئذ لا يكون له قدرة على رفع القرص ولا يحصل الفراغ

استعمال جسمى الطلبه - آلة (أوبو) تقرب كثير من التى ذكرناها لكن الآلات التى تفعل الآن تختلفها بالكلية فمن المعلوم أن الضغط الواقع فى هذه الآلات على السطح العلوى للمكبس يكون متساويا باستداه تقرىبا ضغط الهواء الموجود فى باطن جسم الطلبه ويكون الامر بخلاف ذلك عند انتهاء العمل متى صار الهواء متخلخلا فى باطن الجهاز وحينئذ يلزم قهر الضغط الجوى عند رفع المكبس فيكون العمل صعبا فلاجل منع هذه الصعوبة جعل فى الآلات الحالية جسم الطلبه وساقا للمكبسين متعشقتان كما ذكر فهذا الوضع يكون دائما مكبس نازلا أثناء صعود الآخر وبذلك يكون الضغط الواقع على سطحهما العلويين متساويا

المانومتر - من اللازم معرفة قيمة الضغط الجوى التى توجد فى النافوس فى كل وقت حتى يتحقق من جودة وظيفة الآلة ومعرفة حد الفراغ الذى وصل اليه فلاجل ذلك يوضع على الانبوبة الموصلة بجسمى الطلبة بالمستودع مخبار من الزجاج السميك فيه مانومتر مكون من أنبوبة منحنية على هيئة نعل الفرس ارتفاعها نحو ٢٠ سنتيمترا تقريبا أحد أطرافها مسدود مملوءة بالزئبق بكيفية البارومترا تفتى كانت مروية الهواء الداخلى أكثر من ٢٠ سنتيمترا لا ينخفض الزئبق لكن متى فارق هذا الحد انخفض الزئبق فى الجهاز وهذا لا يحصل الا بعد فعل المكبس بجملة حركات ويعلم فرق الضغط من الفرق بين سطحى الزئبق فى الفرعين والفرع المغلق فيه اختناق قليل نحو جرته العلوى لاجل بطء سرعة الزئبق ومنع كسر الزجاج من مصادمة الزئبق عند ترك الهواء الداخول فجأة وتوجد حنفية لعزل المانومتر فى الاحوال التى لا لزوم له الحنفية - يوجد فى القناة الموصلة بجسمى الطلبة بالمستودع حنفية معدة لعزل المستودع متى أريد حفظ الفراغ ولدخول الهواء متى انتهت التجربة

وهذه الحنفية كما فى (شكل ١٣٨) مثقوبة أول ثقب نافذ فيها نفوذا تاما معد لاتصال



ش ١٣٨

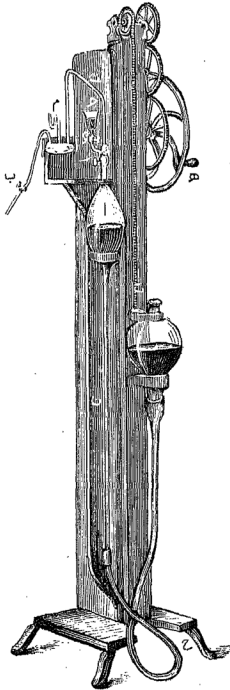
جسمى الطلبة بالمستودع متى أريد فعل الفراغ وبها قناة أخرى منحنية تتصل الى الخارج بفتحة تسد هاسدا معدة فالفتحان توجدان فى سطحين عموديين على بعضهما مابين محور الحنفية ولجل فعل الفراغ يوضع مفتاح الحنفية فى الوضع ١ الذى يحدث اتصال المستودع بجسمى الطلبة ومتى انتهى العمل وأريد حفظ الفراغ

مدة من الزمن أدير المفتاح فى الوضع ٢ وهذا الوضع يسمح للهواء بالدخول فى جسمى الطلبة وعزل عن المستودع وفى الوضع ٣ يشاهد كيفية دخول الهواء فى المستودع عند انتهاء التجربة

طريقة (بابينه) - قد تصور (بابينه) طريقة تسمح للحصول على فراغ جيسد وقد علمنا أن الآلة يقف شغلها عند عدم اعتبار دخول الهواء ولا يعتبر الا المسافة المضرة متى أمكن احالة الهواء الموجود فى جسم الطلبة الى حجم المسافة المضرة بدون أن يفوق عن الضغط الجوى واذا وصلت هذه المسافة الى جسم الطلبة الثانى الذى مكسبها مرفوع فان جزءا من الهواء الموجود عرقه وينتقل الى الخارج بانخفاض المكبس لكن جسم الطلبة الاول يمكن أن يقبل كمية أخرى من هواء المستودع حيث انه فقد جزءا من الذى كان محتويا عليه وبذلك تكون

كمية ضغطه قد انقصت وحينئذ لا يوجد الجسم طليقة واحد يكون متصلا بالمستودع  
والآخر يكون معدا لفعل الفراغ في الاول

وهناك أنواع أخرى من الآلات المفرغة فيها تستبدل الحركات المتعبة الموجودة في الآلات  
المعتادة خصوصاً آلة (بيانيكي) و(دولويل) لاند كرمها هنا الآلة التي بقيت التي

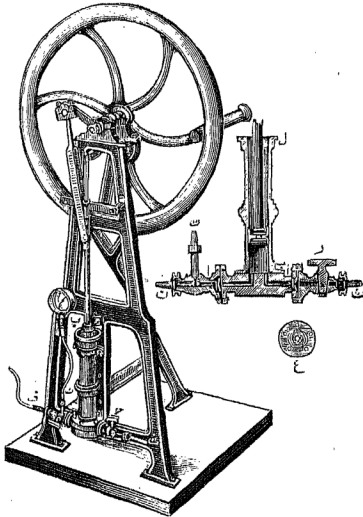


ش ١٣٩

اخترعها (جيسلير) وشغلها (الغرينيا) وهي  
الاكثر استعمالاً في التطبيقات الفلسوفية  
وتتكون من قبايتين من الزجاج أ و ب  
(شكل ١٣٩) منضمتين بواسطة أنبوبة من  
الصنع المرنة ح محتوية على الزئبق واحدة  
هاتين القبايتين وهي أ ثابتة وتتصل على  
التعاقب بالمستودع المراد فعل الفراغ فيه  
بواسطة حنفية ب ومع الجوه حنفية د  
والقبابة ب مثبتة في سلسلة ترتفع على عجلة  
مسننة تدور بواسطة يد هـ وفي أثناء الدوران  
ترتفع وتنخفض هذه القبابة حتى كانت  
في الجزء السفلي كما هو مشاهد في الشكل  
انخفض الزئبق وترك قبابة أ التي تملأ بهواء  
المستودع حتى صعدت القبابة ب تغلق  
الحنفية ب وتفتح الحنفية ر فالزئبق  
يملأ القبابة أ ويطرده الهواء الى الخارج  
ومع انخفاض القبابة ب يغير الاتصال  
فيجذب هواء المستودع ثانياً والمستودع و  
يحتوي على حجر الخفاف المتشرب بمحضر  
الكبريتيك لمنع رطوبة المستودع المراد فعل  
الفراغ فيه أن تصل الى الزئبق ويوجد مانومتر  
م يشبه مانومتر الآلات المعتادة وقد تحذف

الحنفيات الزجاجية من بعض الآلات وذلك لعدم توسيخها بالشحم والحصول على تغليق محكم

وهذه الآلة تحدث فراغا مضبوطا ما أمكن فيمكن إحالة الضغط الى الجـ من المليمتر وهي مستعملة لخصوص الحصول على غازات الدم ولهذا القصد يوجد في الفتحـ ح أنبوبة تصاعد معدة لاجتناء الغاز المنقذ المراد تحليله  
وأما آلات وطمبات الضغط فتستعمل لضغط أى غاز ويمكن استعمال الآلة المفرغة المعتادة وذلك يجعل الصمامات منعكسة ويستعاض المانومتر بمانومتر ذى هواء مضغوط مثبت جيدا ويثبت المستودع جيدا على قرص الآلة لكن المختار هو استعمال آلات جامدة وقليلة الثمن تستخدم لضغط الغازات وتحللها



ش ١٤٠

وتتركب هذه الطمبات على العموم من جسم طلمبة فيها مكبس مصمت (شكل ١٤٠) وفي قاعها صمامان أ و ب يفتحان في اتجاه واحد من ث الى ن وإذا كانت الأنبوتان ث و ن متصلان بمستودعين ورفع المكبس فالفراغ الذى يحصل في جسم الطلمبة يجذب الغاز الموجود في المستودع ث من خلال الصمام أ وفي أثناء نزول المكبس ينضغط

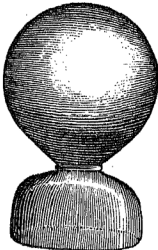


هذا الغاز وينطرد من أ إلى المستودع ن والجهاز ثابت في الارض أو متركز على قاعدة ثقيلة جدا تثبته ويشغل المكبس إما بواسطة يدهن الخشب مستعرضة يمكن القبض عليها باليدين أو كما هو مشاهد في الشكل بواسطة ذراع مفصلي وطاردة ويوجد طيارة لتسظيم الحركات

تطبيقات الهواء المتخلخل والمضغوط - المحاجم - يستعمل الفراغ في الكيمياء لتركين بعض السوائل ولأجل تنقيص درجة الغليان وهذا يسمح لحصول الغليان بدون حصول بعض تحليل والهواء المضغوط مستعمل في تموية الاستنباتات والصالات وغيرها ومستعمل أيضا في بناء الأعمدة والقناطر وفي حفر الجبال وجذب العربات وفي باريس توضع التلغرافات في علبة مكونة لمكبس تدخل في باطن أنبوبة وتعرف فيها بضغط الهواء خلفها وفعل الفراغ أمامها

والمحاجم هي عبارة عن نواقيس صغيرة من زجاج توضع على أجزاء من البدن بعد فعل الفراغ فيها كثيرا أو قليلا فيحتر الجلد وينتفخ في محاذات النقطة الموضوعة عليها بسبب قلة الضغط فوقها وهرور الدم وسوائل البنينة فتحوها وهذه العملية تسمى الحجامة وهي نوعان جافة ورطبة فالجافة هي التي لا يخرج فيها الدم من البنينة بخلاف الرطبة فإنه يخرج فيها الدم بعد فعل حلة التشاريط وكيفية ذلك هي أن يوضع المحجم ابتداء لحصول انتفاخ الجلد وورود الدم ثم تفعل التشاريط ويركب المحجم ثانيا فيخرج الدم بكثرة

ولأجل تخلخل الهواء في المحاجم يبله فيها قليل من الورق أو القطن أو تسخن على مصباح كؤلى فإذا امتلأ المحجم بالهواء الحار وضع على الجزء المراد بحجامة فتسقى مرويته بالتبريد وقد يكون بالمحجم أنبوبة يركب عليها طلمبة ماصة لتخلخل الهواء وأحيانا يفعل لتخلخل الهواء بواسطة المص كما كان حاصلًا قديما ويغلق اما بواسطة حنفية أو بقطعة رقيقة من الجلد كما



ش ١٤١

يشاهد عند الحلاقين والمرسوم في (شكل ١٤١) محجم بسيط في استعماله فهو قليل الارتفاع وفي جزئه العلوى أنبوبة يركب عليها كرة مجوفة يمكنها الجدران من الصمغ المرن والعمل به تضغط بين الاصابع فينطرد ما فيها من الهواء وتوضع حينئذ على المكان المراد عمل الحجامة فيه وترفع الاصابع عن الكرة فيمتخلخل الهواء لكونه يشغل مسافة أوسع مما كان يشغلها ولأجل رفع المحجم يكفي ضغط الجلد بالاصبع في نقطة مجاورة لحافة المحجم فالهواء يدخل بانخفاض الجلد وينفصل المحجم

### الايديروديناميك

دعوى (تورسالى) المراد من هذا الاسم حركات السوائل ولانذ كرمها هنا الا القواعد البسيطة خصوصا التي تنطبق على الدورة

فاذا فرضنا ابتداء اناء مقنن وحامن جزئه العلوى ومثلما بسائل سطحه ثابت وفرضنا فعل فتحة في قاعه جدارها رقيق جدا حتى ان السائل يمر منها بدون أن يحدث أدنى احتكاك في حافتها (شكل ١٤٢) فسرعة السيلان أعنى السرعة التي تسكنها جزيئات السائل عند مرورها من الفتحة تزداد ابتداء بسرعة ثم تأخذ في الحال قيمة ثابتة ويكون السيلان في حالة مستمرة وهذه هي التي نعتبرها والذي أبان هذه الظاهرة هو (تورسالى) وأعطى في سنة ١٦٤٣



ش ١٤٢

القاعدة الآتية وهي

ان كل سائل يسيل من فتحة مسطحة مفعولة في جدار رقيق سرعته لا تتعلق بطبيعته بل تساوى السرعة التي يأخذها الجسم الثقيل الساقط في الفراغ من ارتفاع يساوى المسافة من السطح العارى الى مركز ثقل الفتحة

وزيادة على ذلك فان هذه السرعة تكون دائما عمودية على الجدران ويمكن تحقيق هذه القاعدة بالتجربة بواسطة أى وضع كان يسمح بوجود سطح ثابت في الاناء فاذا كانت الفتحة في سطح أفقى فان السائل يحدث نزوله خطا رأسيا واذا فعلت في جدار رأسى فان جزيئات السائل تنقاد الى سرعة السيلان التي هي أفقية ولتأثير النقل في آن واحد وتكون مماسا شكله قطع مكافئ (شكل ١٤٣) ويكون الامر



ش ١٤٣

كذلك أيضا اذا فعلت الفتحة في جدار منحدر واذا وجد في قاعدة المستودع انبوبة أفقية لها فتحة أفقية أيضا متجهة الى أعلى فان سلسل السائل يسيل الى الارتفاع بالنسبة لسرعته وموازاة السطح العارى ولوانه في الحقيقة لم يصل الى ارتفاع هذا السطح بالنسبة لمقاومة الهواء ومصادمة النقط النازلة النقط الصاعدة

وجميع هذه الحيثيات المتعلقة بقاعدة (تورسالى) يمكن تحقيقها بالتجربة المنصرف - المعنى بذلك حجم السائل الذي يسيل من الفتحة في مدة من الزمن ولتكن ثانية مثلا فيشاهد أن النقط اذا استقرت على الحركة بسرعة ثابتة بعد خروجها من الفتحة تكون في مسافة ثانية اسطوانة قاعدتها الفتحة وطولها المسافة المقطوعة في مدة ثانية أعنى

سرعة السيلان فيكون قياس المنصرف مدة ثانية هو ناتج سطح الفتحة في سرعة السيلان  
فاذا جنى السائل المنصرف مدة هذا الزمن في اناء مدرج شوهد أنه أقل من هذا الناتج بكثير  
وان الصرف الحقيقي يكون ٠.٦٢ . بالنسبة للصرف النظري

انقباض سلسول السائل - الفرق بين المنصرف النظري والمنصرف المشاهد ناشئ عن  
كون السائل الذي في حالة السيلان لم يأت من الجزء الموضوع فوق الفتحة فقط بل من الاجزاء  
الجانبية أيضا فاذا اعتبرنا مثلا فتحة مفعولة في جدار أفقي كافي (شكل ١٤٢) فان أخطئة  
السائل الآتية من الجزء المركزي للاناء تكون وحدها خطوطا تقر ببارأسية والنقط التي تأتي  
من الدائر تمر من الفتحة منحجرة فالسلسول يأخذ حينئذ في الانقباض حتى ان خيوطه المختلفة  
المكونة له تأخذ حركة عودية بالنسبة لتأثيراتهم المختلفة فيشاهد حينئذ انه عند خروج  
السلسول من الفتحة الى مسافة منها مساوية تقر بيا نصف قطرها يكون شكله مخروطيا ثم يصير

اسطوانيا وقطاعه الصغير الذي يشاهد يسمى القطاع المنقبض وتسمى قابلية  
الصرف بالارتباط الذي به يضعف الصرف النظري للحصول على الصرف المشاهد  
فيكون مساويا للارتباط بين القطاع المنقبض والفتحة فيكون على العموم ٠.٦٢  
فاذا مررنا بالحرف م للصروف النظري وبالخرف ن لقطاع الفتحة  
وبالخرف م لارتفاع السائل يكون في الثانية الواحدة م = ن ح ر

تركيب سلسول السائل - اذا بحث عن سلسول سائل من ابتداء القطاع  
المنقبض يشاهد ابتداء انه عديم اللون في بعض من طوله ويكون شكله اسطوانيا  
مخروطيا قليلا ثم بعد ذلك تتغير هيئته ويصير عكرا وتخيما وكأنه محذب ومقطع  
مكون من نقط منفصلة وهذا هو حقيقة ما يحصل لكن هذه النقط تتعاقب  
بسرعة عظيمة بحيث انها تحدث في أعيننا تأثير الضوء المتحرك بسرعة وذلك مثل  
القطعة المتقدمة من الفهم التي بدورها بسرعة تشاهد كأنها حلقة من النار  
ولاجل منع هذا التأثير والتحقيق من التركيب الحقيقي للسلسول يلزم التأمل له  
مسافة قصيرة من الزمن حتى ان النقط تظهر كأنها تقر بيا غير متحركة ويحصل  
على ذلك بجملة طرق إما اضاءة به بالشر الكهر بائي الذي مدته قليلة جدا أو ينظر  
اليه بواسطة الآلة المسماة ( فينا كيستوسكوب ) فيرى انه مكون من نقط  
تتذبذب مدة سقوطها بين الشكل البيضاوي المفرطح في الاتجاه الرأسى أو الافقى  
مارة بالشكل الكروي (شكل ١٤٤) ففي الشروط المعتادة من المشاهدة تحدث



هذه النقطة المتعاقبة المنتفخة والمستقيمة في السلسلولة انتفاخات واختناقات متعاقبة تسمى بطولاً وعقداً وتفصل هذه النقطة نقطة أخرى صغيرة ذوات شكل مختلف تكون قناة مستمرة في اتجاه السلسلولة إذا نظر إليها من التأمل

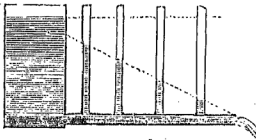
تأثير الانابيب - سيلان السائل لا يكون واحداً إذا استعصبت الفتحة في الجدار الرقيق بفتحة في جدار سميك أو وفق عليها أنبوبة قصيرة الطول فإذا كانت الانبوبة اسطوانية فإن التجربة تدل على أن السرعة تنقص ولا تكون إلا ٠.٨٢. عن التي تكون خالية من الانبوبة بالنسبة لارتفاع السائل الواحد فينتج من ذلك أنه لا عادة سرعة السائل كما كانت قبل إضافة الانبوبة يلزم زيادة ضغطه وإعطاؤه ارتفاعاً قدر الارتفاع الذي كان فيه أثناء سيلانه من الفتحة ذات الجدار الرقيق مرة ونصفاً وحينئذ تكون نتيجة الإضافة فقد الحمل ويفسر ذلك بأن وجود الانبوبة يجبر أخمطة السائل على الانضمام عند الخروج ويصير هامتوازياً فينتج فقد في القوة الحية يعلن بنقصان في سرعة السيلان

وهذا الفقد في الحمل يكون محسوساً بظاهرة مهمة هي أنه إذا فعلت فتحة في جدار الانبوبة في النقطة التي فيها يحصل القطاع المنقبض للسلسلولة ووضع فيها ما نومتر وشهد حصول نقصان الضغط في هذه النقطة مساوياً لثلاثة أرباع الحمل الذي يحدث السيلان

الخرطوم - نقصان الضغط هذا مستعمل في الخرطوم لأنه إذا فرضنا فعل جملة ثقب في الانبوبة عوضاً عن وضع المانومتر ووصلناها بمستودع ممتلئ بالهواء فإن هذا الغاز تجذبه الثقب ومتى دخل في السلسلولة يتجه إلى الخارج مع السائل وبذلك يمكن فعل الفراغ في المستودع وأحياناً يجنى الهواء المجذوب بتيار الماء في مستودع لضغطه واستعماله وعلى ذلك يستعمل تيار الماء في المعادن لتشغيل بعض آلات النفخ ويستعمل الخرطوم في المعامل لفعل الفراغ وفي خرطوم (اسبرنج) يستعمل عمود من الزئبق خال من الهواء يمر بسرعة عظيمة في أنبوبة شعيرة رأسية أمام فتحة المستودع المراد فعل الفراغ فيه فكل نقطة من السائل تجذب مقداراً من الهواء وبذلك يكون العمود النازل مكوناً من كرة من السائل وكرة من الغاز على شكل سحجة ويمكن استعمال الخرطوم مع التبخاج في الفسولوجيا فانها تفعل الفراغ وإن كان يبطأ إلا أنه بطر بقة محكمة ومستمرة وهذا بخلاف الآلات المفرغة

السيلان من الانابيب - إذا غيرت الانابيب القصيرة شروط السيلان كانت الظاهرة متضادة بالنسبة لسيلان السائل في الانابيب الطويلة فإن جزئيات السائل تكاد حينئذ احتكاكاً في الجدران يزداد بازدياد سرعته ويطول الانبوبة وبكمية السائل الملاصقة لتلك الجدران

فإذا اعتبرنا أنه فيه أنبوبة أفقية فنعلم أنه إذا كانت هذه الأنبوبة مسدودة والسائل غير متحرك فإن الضغط يكون واحداً في جميع نقط السطح الأفقي فينتج من ذلك أنه إذا وضع جلبة أنابيب رأسية في نقط مختلفة فإن سطح السائل يكون واحداً في جميع هذه الأنابيب ولا يكون الأمر كذلك إذا فتح طرف الأنبوبة الأفقية فإن الضغط يقل فجأة عند خروج السائل من الأناء ويقل تدريجاً إلى انتهاء الفتحة ويكون متناسباً مع المسافة ويشاهد أن أسطحه السائل في الأنابيب الرأسية تكون موضوعة على خط يبتدىء من نقطة موضوعة أسفل من سطحه العاري في الأناء بقليل وينتهي إلى فتحة الأنبوبة الأفقية كما في (شكل ١٤٥) ومن جهة أخرى يشاهد أن سرعة سيلان السائل تبطئ بالانبوبة المذكورة ويمكن اعتبار الضغط عند خروجه من الأناء



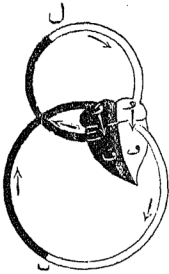
كأنه منقسم إلى جزأين أحدهما يحدث تقدم سيلان السائل والاخر يستحيل إلى ضغط ايدروليكي واقع على الجدران وهذا الضغط يكون متناسباً مع الارتفاع الذي يقهره السائل أعنى مع المسافة من الفتحة

وإذا كانت الأنبوبة ذات قطر واحد في جميع امتدادها فإن سرعة السائل تكون ثابتة من طرف إلى آخر وليس الأمر كذلك إذا كان قطرها مختلفاً ويلزم دائماً لاجل التحقق من السيلان الذي يمر في كل قطاع من الأنبوبة أن تكون كمية السائل متساوية في أزمنة متساوية وحينئذ يجب أن تكون السرعة الحقيقية على حسب عكس القطاع

السيلان من الأنابيب الشعرية - في الأنابيب الشعرية تأثير الاحتكاك يكون أعظم ولذا إن القوانين المتقدمة لا تنطبق عليها وقد دل (بوازويل) على أن كمية السائل التي تسيل من أنبوبة شعرية تكون متناسبة مع الضغط ليس على حسب الجذر التربيعي لهذه الكمية ومع الدرجة الرابعة لقطر الأنبوبة وعلى حسب عكس طولها

تأثير الأنابيب المرنة - إذا وفتة أنبوبة مرنة على فتحة سيلان سائل شوهد أنه يحصل كما يحصل في أنبوبة صلبة إذا كان السيلان بطريقة مستمرة لكن إذا جعل السيلان متقطعاً فإن صرف الأنبوبة يكون أعظم من الأنبوبة الجامدة التي قطرها مساوئها ويشاهد أيضاً أن التقطع يضعف كلما زاد طول الأنبوبة ويخرج السائل بطريقة مستمرة تقريباً وذلك ناشئ عن مرونة الجدران التي تمتد عند خروج السائل متقطعاً كل مرة ثم تعود إلى وضعها الأصلي دافعة السائل الموجود فيها إلى الامام

كيفية سير الدورة - القصد الآن معرفة كيفية تطبيق القواعد المتقدمة على دورة الدم فالعضو المركزى هو القلب المكون عند الحيوانات الثديية والطيور من جزأين متمازين عن بعضهما هما القلب الايمن واليسر ولكل منهما تجويفان أوزين في الجزء العلوى وبطين



ش ١٤٦

أسفله وبينهما نوع ضمام فى اليسار و يسمى (مترال) وفى اليمين و يسمى (تريكو سيد) يسعان للدم بالمرور من الازينات الى البطينات المقابلة لها وينعانه من التقهقر الى الخلف ويجزى الدم من البطين الايسر ف (شكل ١٤٦) يمر فى وعاء كبير هو الاورطى ب الذى ينقسم بعد ذلك الى جلة فروع تأخذ فى الصغر شيئاً فشيئاً كلما بعدت عن القلب وهذا التقصاف فى الحجم يكافئ زيادة عدد الفروع بحيث ان مجموع قطاعها يأخذ فى الازدياد وهذه الاوعية هى الشرايين المشهورة بمرورها جدرانها وهى تنقسم الى فروع

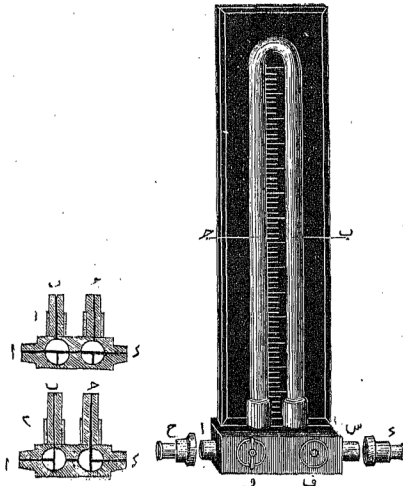
تتشرف فى عوم الجسم وتتصل بمجموع آخر من أوعية دقيقة طبيعتها مختلفة تسمى الاوعية الشعرية بمجموع قطاعها أعظم من مجموع قطاع الشرايين ثم تنضم هذه الاوعية لتكون الاوردة التى تكون صغيرة ابتداء ثم تنضم لتكون جذوعاً عظيمة كلما قربت من القلب ومجموع قطاعها يأخذ فى التناقص والمجموع الوريدى يصل الى الاذين الايمن و ومنه يمر الدم الى البطين الايمن ف ثم يمر فى الشرايين الرئوية ل التى تنقسم فى الرئتين الى عدد عظيم من فروع ثم ينتقل الدم بواسطة الاوردة الرئوية الى الاذين الايسر و ومنه الى البطين ثم يتجه الى الاورطى و (شكل ١٤٦) يدل بطريقتين على كيفية حصول هذه الدورة فالقلب الايمن والشرايين الرئوية والاوردة أعنى الجزء المحتوى على الدم الوريدى فى هذا الشكل هو الاسود

والقلب هو نوع عضلة متجوفة يؤثر كطلمبة كالسه و بانقباضات متكررة يقذف الدم على الدوام فى المجموع الشريانى فتستقبض الازينات ابتداء وترسل الدم الى البطينات و بانقباضات هذه ينطرد فى الشرايين والصمام (مترال) و (تريكو سيد) يمنعانه من التقهقر و زمن انقباض القلب يسمى سيتول وانبساطه يسمى دياستول

فبشاهد من ذلك ان الدم منظر من القلب فى الشرايين بطريقتين متقطعة لكن بالنسبة لمرونة هذه الاوعية والشرايين الاخرى التى تعقبها يصير التيار المنقطع مستمراً شيئاً فشيئاً وايضاً فان سرعة التيار تأخذ فى التناقص كلما بعدت عن القلب لان مجموع القطاع يزداد وكذلك الاحتكاك

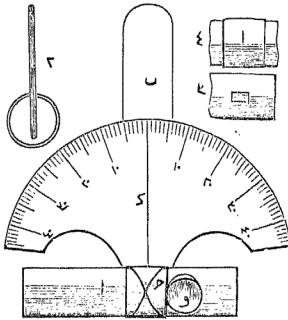
وحينئذ فالتيار الذي يمر في الاوعية الشعرية يكون منتظما مستمرا وكذلك في الاوردة ويتضح هذا الاستمرار عند فتح الوريد كما في الفصد وأما من خصوص السرعة فانها تأخذ في التناقص بالنسبة للأسباب التي ذكرناها في الاوعية الشعرية وترداد في الاوردة كلما قربت من القلب وحينئذ فالدم يعود الى القلب بطريق مستمرة وهو يعيده الى تيار منقطع ثانيا وما شوهد في الدورة الكبرى يشاهد في الدورة الصغرى ومما يساعد على تقدم الدم أيضا في الاوردة هو وجود الصمامات في بعض منها والانقباضات العضلية

والاعتبارات المتقدمة صار تحقيقها بالتجربة وكذلك صار قياس سرعة الدم بواسطة الجهاز المسمى (هيموايدروميتر) فشوهد أنها تأخذ في التناقص في الشرايين كلما بعدت عن القلب الهيموايدروميتر - جهازنا المعلوم (ولسكن) يتركب من أنبوبة من الزجاج على شكل نعل القرس ب ح منكسبة على ماسورة مستقيمة متصلة بها بواسطة حنفية ذات ثلاثة مسالك (شكل ١٤٧) والانبوبة الزجاجية ممتلئة بالماء وتجعل الحنفية في الوضع أ ثم تقطع الوعاء المراد فعل التجربة عليه ويثبت طرفا في طرفي الماسورة ح و د اللذين يدخلان باحتكاك



في القطعتين أ و س ثم يترك سيلان الدم في الأنبوبة أس ثم تدار الخفقتان ف و و  
جأة في الوضع ٢ فهذا الوضع يجبر الدم على المرور في الأنبوبة التي على شكل نعل الفرس  
فيقاس الزمن الذي يأخذه لطر الماء وحلله بحله حتى يبلأها ومن معرفة طول الأنبوبة  
يتحصل على سرعته

وقد استعمل (فيرورد) آلة مؤسسة على قاعدة البندول الايدرومتري وسماه (هيموتا كومتر)



ش ١٤٨

وقد استعمل المعلم (شوقو) جهازا من  
هذا النوع موجودة صورته في  
(شكل ١٤٨) جعل فيه طرفي الوعاء  
المتطوع ممتدتين في أنبوبة معدنية أ  
فيها يتذبذب بندول موجود بجوار  
الشكل ينتهي بآلة خارجية و يوجد  
كتم من الصمغ المرن ح يغطي الشق  
الذي تمر منه الابرة ويدرج الجهاز  
بمرور سائل مشابه للدم في الكثافة  
والخواص الفسولوجية بسرعة  
معلومة

والمعلم (لوريسه) قد أحال هذا الجهاز إلى (هيمودروموجراف) بإضافة اسطوانة راسمة  
اليه

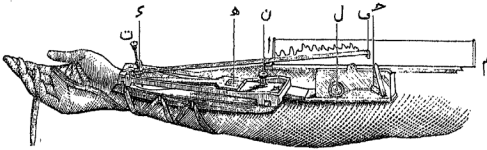
وهذه الطريقة لا يمكن تطبيقها على الاوعية الشعرية وحينئذ يلجئ في ذلك الى  
المشاهدات الميكروسكوبية التي يرتكن فيها على ظاهرة مخصوصة من البصر ليس لتأطحة  
الى ذكرها هنا تسمى الصورة الوعائية (لوركنج)

قوة الدم في المجموع الشرياني - يضغط الدم المائي للشرايين على جدرانها ومعرفة هذا  
الضغط مهمة وقد صار البحث عن تعيينه مدة طويلة من الزمن وقد ذكرنا أنواع الهيموما فومتر  
التي صار استعمالها في هذا الخصوص فقد وجد المعلم (ماريه) بواسطة تجارب واسطمة ان  
الضغط في عوم المجموع الشرياني يكون تقريبا واحدا ومساويا لعمود من الزئبق ارتفاعه  
١٥ سنتيمترا وهذا الضغط يختلف قليلا من السيستول الى الدياستول



النبض - في الشرايين الكبيرة تيار الدم ليس منتظما بالضبط لانه متأثر بانقباضات البطينات وبوضع الاصبع على شريان مرتكز على سطح عظمي فيسه مقاومة كالشريان الكعبري والصدغي والقدمي يستشعر بارتفاع دوري ناشئ عن تقطع هذا التأثير وبالعود يمكن الاستدلال منه على وظيفة القلب والشرايين وهذه هي ظاهرة النبض

الاسفنجو جراف - مشاهدة النبض يمكن الحصول عليها بطريقة التخطيط بواسطة الآلات وقد ذكرنا الاسفنجو جراف الناقل فيما تقدم وأما اسفنجو جراف (ماريه) (شكل ١٤٩) فقد لهذا الاستعمال بدون واسطة وهو الأكثر استعمالا ويتركب من حامل معدني مستطيل مثبت على الذراع بواسطة أسنطة ويحمل زنبلك من الصلب سهل الانثناء مثبت من جهة في الحامل ومن الجهة الاخرى المطلقة يحمل صفيحة صغيرة من العاج أو الفولاذ ترتكز على الشريان وتضغط عليه قليلا وبشاهد الزنبلك من أسفل الجهاز وتنقل حركات النبض الى الزنبلك وبواسطة الساق ت المقلوطة التي تتعشق مع عجلة صغيرة مسننة موضوعة في نقطة د تحرك رافعة د ف خفيفة سهلة الحركة وذراع هذه الرافعة الذي ينتهي الى ف يكون طويلا يحمل القلم الموضوع في هذه النقطة لتعظيم الحركات التي يرسمها على الصفيحة أ م وهذه الصفيحة تحرك بواسطة حركة ساعة موجودة في ل ح حركة تقدم منتظمة من اليمين الى اليسار



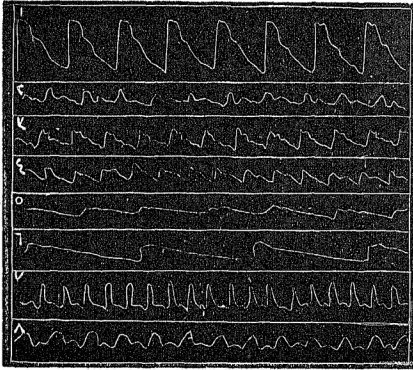
ش ١٤٩

ولاجل معرفة أهمية هذه الاستدلالات المتحصلة من هذه الطريقة نوضح هنا في (شكل ١٥٠) رسم الخطوط المتحصلة في الامراض المختلفة

(١) تدل على خطوط النبض في سن متقدم مع ضخامة في القلب

(٢) خطوط في الحى التيفودية

- (٣) خطوط في حالة التسمم بالرصاص  
 (٤) خطوط في التهاب التيمور  
 (٥) خطوط في نقاهة الحى التيفودية  
 (٦) خطوط نبض في النادران يكون طبيعيا  
 (٧) خطوط في الحى الجراحية  
 (٨) خطوط في الانوريزما المتخللة جدران الاوعية



ش ١٥٠

## الطليبات

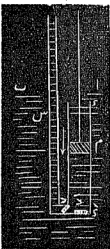
هي آلات معدة لرفع السوائل وهي ثلاثة أنواع ماصة وكابسة وماصة كابسة  
 أما الماصة - فتتكون من جسم طلبة ح ح (شكل ١٥١) يتحرك فيه مكبس ع  
 وله أنبوبة معدة لسيلان السائل ١ وأنبوبة ماصة م نازلة في المستودع المراد رفع السائل  
 منه ب ب وفي محل اتصال جسم الطليبة بهذه الأنبوبة صمام ينفتح من أسفل الى أعلى د  
 والمكبس هو قرص معدني مغلف بجناد ويتحرك حول مفصل وفي خلاله صمامان د د  
 ينفتحان أيضا من أسفل الى أعلى ويوجد عادة على الساق رافعة معدة لرفعه وخفضه

فإذا فرضنا أن الانبوبة م موضوعة في مستودع الماء ومملوءة بالهواء والمكبس منخفض إلى أسفل ثم رفع هذا المكبس فإنه يحدث محله فراغا من أعلى إلى أسفل فيضغط الهواء الجوي على الصمامين د د ويغلقهما الماء الصمام و فينفخ بسبب ضغط الهواء عليه من أسفل إلى أعلى فيدخل جزء من هذا الهواء في جسم الطلمبة فتتقص قوة مرونته كلما ارتفع المكبس فيرتفع الماء من المستودع في الانبوبة حتى يصير ضغطه على السطح ب ب وضغط ما يعاوه من الهواء مساويا للضغط الجوي ولنفرض أنه بوصول المكبس لاعلى ارتفاعه لا يكون الماء قد وصل للصمام و فعندوقوف المكبس تكون موازنة قوة المرونة للهواء قد تمت وصارت في أعلى الصمام ك أسفله فينسد لانخفاض قرصه بثقله فإذا أنزل المكبس فان ما انحصر من الهواء أسفله ينضغط فتزيد مرونته إلى أن تصير أكثر من مرونة الهواء فينفخ الصمامان د د فيخرج جزء من الهواء المحصور إلى الخارج زمن نزول المكبس فإذا بلغ



ش ١٥١

المكبس منتهى نزوله انغلق هذان الصمامان لتساوى الضغط أعلاه وأسفلهما وصارت الطلمبة كما كانت قبل غير أنه ارتفع في الانبوبة الموضوعة في المستودع جزء من الماء وحل محل الهواء فإذا كبس المكبس مرة ثانية ارتفع الماء أكثر مما كان ارتفعه في الحالة الأولى وفي الثالثة أكثر من الثانية وهكذا إلى أن يدخل في جسم الطلمبة وحينئذ يترن الصمامين د د في كل خفضة للمكبس مقدار من الماء يساوي سعة جسم الطلمبة ويسهل من أنبوبة السيلان ويدخل جزء من الماء في جسم الطلمبة في كل مرة رفع فيها المكبس وهكذا ولا ارتفاع السائل إلى أنبوبة السيلان يلزم بحسب النظريات أن لا يزيد طول أنبوبة

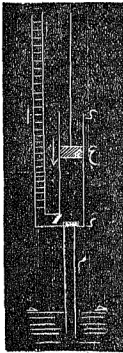


ش ١٥٢

المستودع وجسم الطلمبة عن عشرة أمتار ولكن قد دل العمل على أن الطول لا يكون أزيد من سبعة أو ثمانية أمتار وذلك لما يكون المكبس لا يصل إلى آخر جسم الطلمبة أو لتكون الصمامات لا تحسبكم الغلق فيدخل قليل من الهواء مع الماء

وأما الكابسة - فهي كافي (شكل ١٥٢) مكونة من جسم طلمبة و مغمر في ماء المستودع ب ويتصل جزؤه السفلي بأنبوبة السيلان والمكبس م مصمت فإذا رفع حصل تحته فراغ فينفخ الماء بضغطة الصمام د ويلا جسم الطلمبة فإذا انخفض المكبس انغلق هذا الصمام

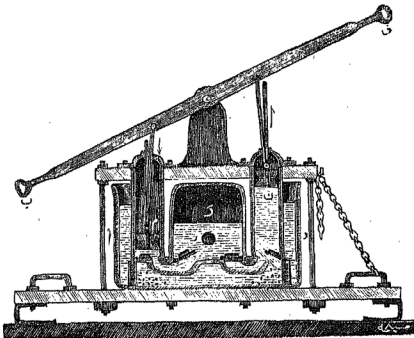
وانفتح الصمام د بالضغط الحاصل من الماء بالكبس فيدخل الماء في أنبوبة السيلان ويرتفع فيها ومتى وصل الى حافات الانبوبة وذلك بعد عدة كبسات فانه يسيل منها في انخفاض المكبس مقدار من الماء مساو لعدة جسم الطلبة وأما الماصة الكابسة - فهي مجموع الطليتين الماصصة والكابسة فحسب طلبتها و



س ١٥٣

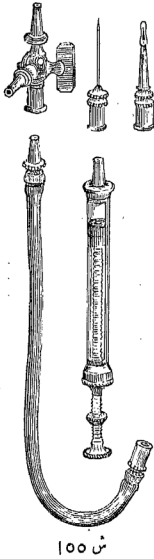
(شكل ١٥٣) يتولى بالوص عند رفع المكبس ويندفع ما فيه من الماء الى أنبوبة السيلان ١ بانخفاض المكبس فالجهاز حينئذ يعمل على التعاقب كطلبة ماصة ثم كابسة

وأماطلبة الحريق - فهي كافي (شكل ١٥٤) كالاتة المفرغة الاعتيادية تتركب من جسمي طلبة بعضها بجانب بعض في حوض من الخشب مرن مملوء دائما بالماء مدة تشغيلها والمكبسان م و ن يتحركان بواسطة ذراعين يتحركهما ثمانية أشخاص وبامتصاص أحد المكبس للماء من الصندوق فان الآخر يقذفه الى المستودع ر وهو مستودع الهواء فينضغط هذا وبقوة مرونته يقذف الماء ويلزمه الخروج من الفتحة ر في أنبوبة مستطيلة من الجلد يوجهه الماء الى النار وفي عمل هذا الهواء أيضا تنظيم خروج الماء فلا يخرج متقطع الان ما يدخل في هذا المستودع من الماء أكثر مما يخرج منه فينضغط الهواء وتزيد مرونته وهي تجبر الماء على الخروج في كل وقت حتى في لحظة وقوف الآلة التي بها تتغير حركة المكابس



س ١٥٤

التطبيقات الطبية - الحقن - الطبليات مستعملة بكثرة في الطب على أشكال مختلفة



فهي في الغالب طلبات ذات مكبس مصمت والفتحة الواحدة تحدث ادخال السائل وخروجه وذلك مثل الحقن المعدة لحقن السائل والمستعمل منها في الطب والفسلوجيا مصنوعة من الزجاج والمليخور والفضة والصنع المرن والتنوع الموحودة صورته في (شكل ١٥٥) من النيكل والزجاج ويوجد أنابيب ذوات أشكال مختلفة توفق باحتكاك تام على فتحة الحقنة ويوجد حقنمية وأنبوبة مرنة يمكن وضعهما عند المزوج بين الحقنمة والأنبوبة ويوجد تقاسيم على جسم الحقنمة الزجاج أو على ساق المكبس يستدل منها على كمية السائل المحقونة بالضبط ويوجد حاسب متحرك على الساق معد لتحديد سيرا المكبس

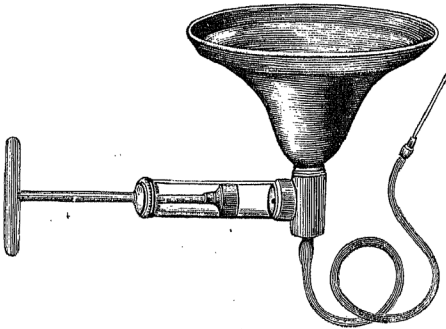
والحقن المستعملة في الاحوال المعتادة تكون من القصدير والمكس مكون من المشاق وألفظن الملفوف حول طرف الساق

والكيزو يومب كطلمبة كابسة فتوضع على حامل في أثناء امتلي بالسائل المراد حقنه فيمض هذا السائل باول صمام وينتذف من صمام جاني في أنبوبة مرنة مثبت في طرفها أنبوبة

وحاقن (اجيزيه) الذي يعوض في غالب الاحوال الحقن والكيزو يومب هو عبارة عن زنبلك حلزوني بانحلاله يحدث دوران بجلة مسننة تتعشق مع ساق المكبس المسننة وتحدث انخفاضها بالتدريج لطرد السائل من فتحة جانبية ولاجل ملء الجهاز يوضع السائل في الجزء العلوى أعلى المكبس فينفذ من المكبس من الفتحات الموحودة فيه وفيها صمامات تنفتح من أعلى الى أسفل فقط ثم يلف الزنبلك بواسطة مفتاح له في الجزء العلوى وفي أثناء لفه يرتفع المكبس فكلاما يرتفع انخفاض السائل أسفله وهكذا الى انتهاء ارتفاعه ولا ينخفض المكبس الا اذا فحقت حنفية الفتحة الجانبية فينطرد السائل بقوة ضغط المكبس

أجهزة نقل الدم - هي معدة لنقل كمية من الدم في تيار دورية مريض وهذا الدم اما طبيعى أو خال عن المادة الليفية وهى موضوعة بكيفية بها تمنع تبريد الدم ودخول الهواء فى أوردة المريض

والناقل المرسومة صورته فى (شكل ١٥٦) يتركب من خزانة اسطوانية متصلة من جزئها العلوى بطشت معدة لقبول الدم ومن الجانب بطلبية ذات مكبس مصمت ومن جزئها السفلى بأنبوبة مرنة تنتهى بأنبوبة صغيرة لادخالها فىوريد ذى ثخن متوسط ومتى ملئ الجهاز بالدم ملاء تاما يضغط على المكبس فيضطرد الدم فى الأنبوبة لانه يوجد كرة مجوفة من الالومنيوم فى الخزانة خفيفة جدا تسبح على سطح الدم تسد الفتحة العليا وهى فتحة الطشت واذا كان الجهاز غير ممتلئ ملاء تاما فان الهواء الموجود لا يمكنه الدخول فى الأنبوبة لان الكرة لا تسد فتحة الطشت فيخرج الدم من أعلى



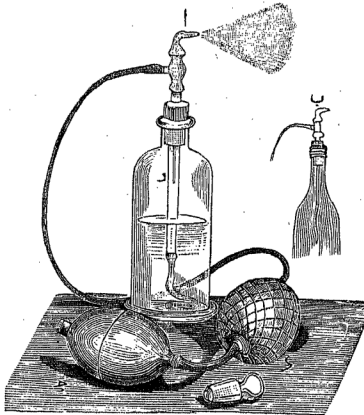
ش ١٥٦

الحاقن - هذا الجهاز يمكن أن يقوم مقام الحقن انما قاعده مخالفة خفاقن (روبين) ليس هو الا آلة مفرغة رقيقة فقط شغلها منع كس فيما خذ الهواء من الجو ويمر فى زجاجة ينقذ منها السائل بواسطة أنبوبة مرنة ثم بأنبوبة أخرى فاذا اكتفى الحال بالعمل أثناء انخفاض القبابه المتحركة مرة واحدة يتحصل على ضغط ضعيف لكنه يكون منتظما ومستمر

مراقبة الحقن الطيف

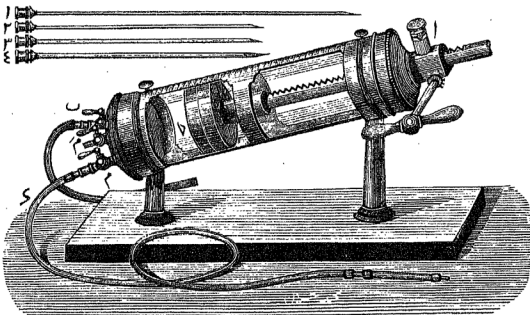
وقد يستعمل في الغالب حاقن الجزء الرئيس فيمسه كرة من الصمغ المرن ذات جدار سميك تضغط بين الاصابع ثم تترك لتعود على نفسها المرونة جدرانها ويوجه تيار الهواء في زجاجة مملئة بالسائل فبضغط الهواء على سطحه ينقذف الى الخارج

وجهاز (ريشاردسون) المعدل لعمل التخدير الموضعي وأجهزة أخرى مشابهة له معدة لقتل نافورة من الايتبر على هيئة مسحوق رفيع مؤسسة على هذه القاعدة قتيار الهواء يأتي بواسطة كرة من الصمغ المرن ( شكل ١٥٧ ) في طرفها صمام ينفتح من الظاهر الى الباطن وتوجد كرة ثانية لتستقيم الضغط وضرورة التيار مستمرا وسدادة الزجاجة الموجود فيها الايتبر نافذ فيها الأنبوبة ذات غلافين مركزيين فالانبوبة الباطنة تنغمر في السائل والغلاف الظاهر ينفتح أعلى الزجاجة ويمتد نحو سنيتين أعلى قمة الانبوبة الباطنة ويتصل من الجانب بالكرتين اللتين في الصمغ المرن ح و د قتيار الهواء الذي ترسله الكرتان ينقسم الى قسمين أحدهما ينقذف في باطن الزجاجة ويحدث ارتفاع السائل في الانبوبة المركزية والثاني ينقذف في الانبوبة المغلفة المركزية و يختلط بتيار السائل ويحيله الى مسحوق يخرج من الفتحة ١



الاجهزة الموصلة - يطلق هذا الاسم على أجهزة مؤسسة على القاعدة السابقة عليها  
يقصد منها ص السائل واستخراجه من البنية وذلك مثل استخراج التجمع الصديدي  
والسائل وتستعمل أيضا لحقن بعض سوائل محلها منتظفة أو دوائية

والجهاز الموصى المنسوب الى (ديولافوا) (شكل ١٥٨) يتركب من جسم طلبية من  
الزجاج داخله مكبس مصمت ساقه مسننة تتحرك بدوران رافعة بها جلبية مسننة أيضا متعشقة  
بالساق المذكورة ويوجد سهام ١ يدخل في أسنان الساق لمنعها عن الانخفاض ثانيا والجزء  
السفلى من جسم الطلبية فيه ثلاث خنفيات م و م و ب فيوفى على الخنفية م انبوبة  
مرنة د تنتهى بانبوبة بذل ١ و ٢ و ٣ و ٤ تدخل في التجويف المراد استفرغه ثم تغلق  
جميع الخنفيات ويرفع المكبس ح بدوران اليد وتفتح الخنفية م فيندفع السائل في المسافة  
الخالية من جسم الطلبية وبعد اغلاق الخنفية م وفتح الخنفية م ينخفض المكبس لطرد  
السائل المجذوب وينفعل ذلك مرارا حسب اللزوم واذا أريد حقن سائل دوائى في التجويف  
المستفرغ تفعل العملية بالعكس فتفتح الخنفية ب أثناء ارتفاع المكبس لامتصاص السائل  
والخنفية م أثناء انخفاضه لحقنه في التجويف وعلى الاسطوانة الزجاج درج يدل على قياس  
حجم السوائل المجذوبة أو المحقونة

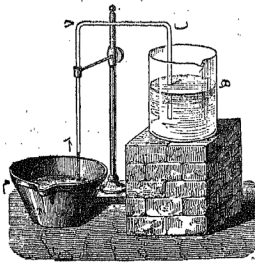




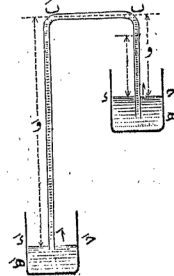
## الممصات

هي أنبوبة ذات فرعين غير متساويين تستعمل لنقل السوائل من أنبوبة الى أخرى فيغير طرفها القصير في السائل المراد نقله ويص الهواء من طرفها الطويل فيمتلئ بالسائل فإذا رفع الفم سال منها مادام سطحه في الأنبوبة التي ينقل فيها منخفا عن سطحه في الأنبوبة التي ينقل منها

ولتوضيح ذلك نفرض أنبوبة ذات فرعين  $أ ب أ$  (شكل ١٥٩) أحدهما طويل والآخر قصير مجاوة للماء وطرفها  $أ$  و  $أ$  مغموران في أنبتين بهما ماء سطحاه  $ح د$  و  $ح ك$  فيهما مختلفي الارتفاع فان الضغط الذي يكون واقعا من أسفل الى أعلى على طبقة السائل الموجودة داخل المص في المستوى  $ح د$  يساوي ضغط الجو مطروح منه عمود السائل و الضغط الذي يقع على الطبقة  $أ$  من المستوى  $ح ك$  يساوي ضغط الجو مطروح منه عمود السائل و وحيث ان العمود و  $أ$  أكبر من العمود و فتكون القوة التي تدفع الماء في الفرع القصير أعظم من التي تدفعه في الفرع الآخر وبذلك يحصل السيلان من  $أ$  الى  $أ$  بقوة مناسبة للفرق بين و و و أي للفرق بين ارتفاعي السائل في الانابيب ويحدث السيلان أيضا اذا كان الفرع الطويل مفتوحا في الهواء (شكل ١٦٠) فيكتفي لأجل ذلك ملء المص ابتداء من السائل المراد نقله ويمكن الوصول لذلك بغير فرعه القصير في السائل المراد نقله ومص الهواء من الطرف الآخر فيمتلئ المص بتأثير الضغط الجوي ويستمر نزول السائل منه بعد دفع الفم مادام سطح السائل في الأنبوبة التي ينقل منها أعلى من سطحه في الأنبوبة المنقول اليها

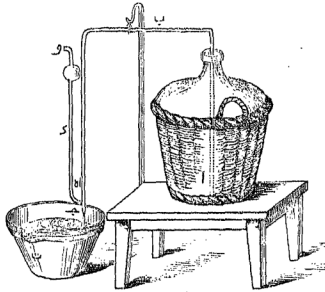


ش ١٦٠



ش ١٥٩

وإذا كان السائل المراد نقله يخشى من تأثيره على الفهم كالحوامض يستعمل الممص المركب وهو عبارة عن مصص يوحده فيسه بالقرب من الفتحة ح (شكل ١٦١) أنبوبة جانبية د و بهما كرة ولاستعماله يغير الفرع القصير في السائل ويمص منه الهواء بالفتحة و بعد غلق الفتحة ح بالاصبع فإذا بلغ السائل اه ترك الممص وشأنه وأحياناً إذا خشي على الاصبع وضعت حنفية تغلق عند الماص وتفتح متى وصل السائل في الأنبوبة الجانبية الى اه أو الى الكرة



ش ١٦١

السيلان ذو السرعة الثابتة - في وضع الممص المرسومة صورتها في (شكل ١٥٩) سرعة سيلان السائل تأخذ في التناقص بانتظام كلما انخفض سطح السائل في الاناء ويمكن مع ذلك الحصول على سيلان مستمر بسرعة واحدة وذلك يجعل الاختلاف بين سطحي السائل ثابتاً ولاجل ذلك تجعل فتحة الطرف أ في الهواء وذلك لصير الارتفاع في الفرع الطويل ثابتاً ثم يجعل في فتحة الطرف القصير أ ساج يجعله تابعاً لتغيرات سطح السائل الاكثر ارتفاعاً في الاناء ثم يوضع الجهاز في وضع مناسب لاستناده فيمكن تعليقه في خيط مار على بكره وحامل في طرفه الآخر و ز

التطبيقات الطبية للمصات - يستعمل الممص في الطب لغسل الانف والاذن والمعدة و (شكل ١٦٢ و ١٦٣) يدلان على مصص الدكتور (فوشير) المعد لغسل المعدة وهو يتركب من أنبوبة من الصمغ المرن في أحد أطرافها تقع من الزجاج ثم يدخل الطرف الآخر شيئاً الى حدة علامة بازرة على سطحه تدل على وصوله الى المعدة ثم يصب في القمع كمية السائل الضرورية ويرفع الى أعلى وعند اختفاء آخر كمية من السائل ينخفض ثانياً بسرعة لقذف السائل الموحود داخل المعدة الى الخارج

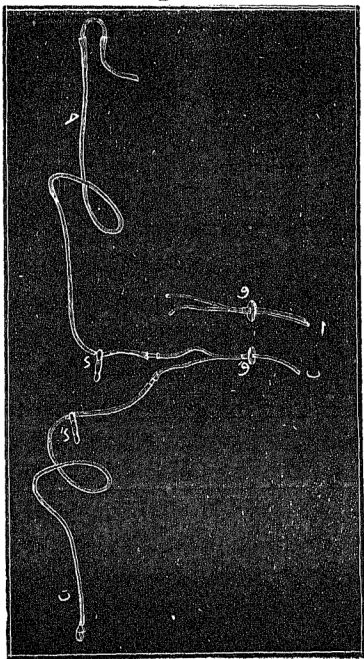


ش ١٦٢



ش ١٦٣

ولغسل البليورا قد استعمل الدكتور (بوتن) المصين المرئين منضمين الى بعضهم فالفرع الكبير لاحدهما منضم الى الفرع الصغير للاخر كما في (شكل ١٦٤) فيغمر الفرع الصغير بالمص الاول في اثناء من الماء الفنيكي المعد لغسل تجويف البليورا وتدخل الفتحة العامة ب في البليورا وبعد زمن قليل يغلق المص الاول وبواسطة الثاني ح يستقرغ السائل البليوراوي فبغلق أحدهما وفتح الآخر على التعاقب يتحصل على فعل هذه العملية جولة مرار والمص المعد لاستفراغ الصديد ليس محتاجا للمثاق على حدة لانه يمتلي من نفسه عقب ملء بمص الغسل وهذا الجهاز يعوض الاجهزة الماصة لكن لايسمح للعمل تحت ضغط عظيم كالاجهزة المذكورة



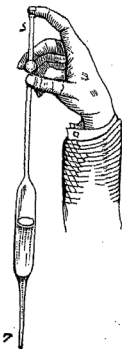
وقد تستعمل عصات من الصمغ المرن لاجل الحقن المستمر في الجروح أو الاجزاء الملتبنة وذلك بوضع قرص من الرصاص في أحد أطرافها ليقائم في قاع الاناء الممتلئ بالماء اناء (مريوط) - هذا الجهاز معد لصيرورة سيلان السائل مستمرا بسرعة واحدة وهو يتركب من زجاجة مسدودة بسدادة نافذة فيها أنبوبة مفتوحة الطرفين (شكل ١٦٥)



ش ١٦٥

والماء الى الارتفاع ب وابتداء خروج السائل فان سطحه ينخفض بسرعة في الانبوبة الى نقطة ح وسرعة السيالان تنقص وقوة القذف أيضا لكن بعد ذلك يدخل الهواء من الانبوبة ب و يتجه الى الجزء العلوي من الاناء وبذلك تصير سرعة السيالان ثابتة وساوية لتتي تعطى المسافة الرأسية ا ح ويكون الامر كذلك حتى يصل سطح السائل الى المستودع الافقي المار من نقطة ح لانه في مدة هذا الزمن يكون الضغط في نقطة ح مساويا للضغط الجوي ومن السهل جدا الحصول على اناء (مريوط) واذا لم تكن فتحة في جرنه السفلى استخرج السائل بواسطة محض صاعد من قاع الاناء وناقذ في السدادة وعل هذا المحض بالطريقة المعتادة

البليت - هي معدة لنقل السوائل بكمية قليلة وهي مكوّنة كما في (شكل ١٦٦) من أنبوبة منمنخة من الوسط وأحد طرفيها ح مدبب فاذا غمر هذا الطرف في السائل المراد نقله ومص الهواء منها من الطرف د فان السائل يرتفع فيها لنقص الضغط على سطحه فاذا وضع الاصبع على فتحة الطرف د ورفعت الانبوبة من السائل بعد جعلها رأسية فلا يسيل السائل منها بسبب ضغط الهواء عليه من أسفل الى أعلى ومتى رفع الاصبع عن الفتحة المذكورة دخل الهواء منها وضغط على سطح السائل فيسيل وكذلك اذا كانت كمية السائل كبيرة وغمرت فيه الانبوبة حتى يتساوى سطحه في باطنها مع السطح الظاهر ووضع الاصبع على الفتحة د وسدّت بالاصبع كما تقدم يتحصل على النتيجة عنها وفي الغالب لا يحصل المص الا اذا كانت كمية السائل قليلة في الاناء



ش ١٦٦

## تأثير الجزيئات

المراد منه جملة ظواهر يعبر عنها بالجذب والتنافر اللذين يحصلان بين الجزيئات الخاصة ببعض واحد أو جسمين مختلفين متلامسين ومن هذه الظواهر جملة لها أهمية عظيمة وتطبيقات عديدة في الفسولوجيا ومع ذلك قوانينها غير معلومة جيداً

الجذب بين جزيئات الجوامد - بين جزيئات الجوامد قوة جذب تمنع انفصالها عن بعضها فتعيقها في حالة الالتصاق وهي الميل ولا تؤثر الا على مسافة قليلة جداً وإذا كسر الجلامد يكون من التآذر النحام القطع بضغط احدها ضد الاخرى فان المسافة بينهما لم تزل كبيرة ويمكن مع ذلك مشاهدتها في بعض احوال فمثلاً اذا قطعت كرة من الرصاص الى نصفين ثم قربا الى بعضهما مع الملازمة التامة بشرط ان سطحيهما لا يلوانان ولا يتأكسدان شوهدا التصافهما بقوة وتحصل الظاهرة عينها في لوحين من الزجاج مصقولين جيداً اذا طبق أحدهما على الآخر بالاحكام لكن لا يكون الالتصاق تاماً حتى يحصل التحامهما ببعضهما ومع ذلك قد تحصل جناب (والتراسبرنجبل) بواسطة ضغط يختلف من ٢٠٠٠ الى ٦٠٠٠ جو الى احواله بعض المساحيق المعدنية الى كتل جامدة وأحياناً متبلورة اندماجها أكثر من التي يتوصل عليها بالسحبان فينتدبكن في تقريب الجزيئات المنفصلة عن بعضها الى مسافة قليلة جداً حتى تولد تأثير قوة الجزيئات

وفي الاجسام الرخوة كالشمع الرخو والطفل يكون الجذب كافياً للحصول الالتحام ومن الجواهر ما يلصق بقوة بالاجسام الاخر لاجل أن يحدث الالتحام وفي بعض الاحيان يكون وجود سائل مسهل للالتحام ويزول فيما بعد وذلك كبعوض الاثربة التي تلتصق بالجلد

ميسل السوائل والجوامد للسوائل - بين جزيئات السائل قوة جذب أيضاً تحدث انضمامها الى بعضها الا انها ضعيفة فمثلاً اذا غمر قضيب من الزجاج في اناء مملوء بالماء وأخرج منه شوهدت نقطة من الماء في طرفه فهذه التجربة البسيطة تدل في آن واحد على قوة الجذب بين جزيئات السائل وبينه وبين جزيئات الجسم الصلب وكذلك الشكل الكروي الذي تأخذ به بعض نقط الرطب عند سقوطها على شحوظاة يدل على قوة الجذب بين جزيئات هذا السائل وأيضاً اذا حجب سائل عن تأثير الثقل بوضعه في سائل يسبح فيه مساو لكثافته وغير قابل للاختلاط به شوهدا انتشاره فيه على هيئة كرات وذلك مثل الزيت في مخلوط مكون من الكحول والماء كثافته متناسبة

امتصاص الجوامد بالجوامد - بعض الاجسام الجامدة يدخل في مسام بعض الجوامد وذلك مثل النبيج فانه يأخذ من الماء الجير وأزوتات الرصاص المذابة فيه وهذه الخاصية متعلقة بالحالة الطبيعية

امتصاص الجوامد السوائل - من الجوامد ما يتص السوائل فان بعض الرواسب يحفظ كمية من السائل الذي رسبت منه وذلك مثل كبريتات الباريوم فانه يحفظ مقداراً من أزوتات الصوديوم وكذا الفحم يتص السوائل مع ارتفاع في درجة الحرارة غالباً وفحم الخشب المحفوظ في محلول الكحول اميليك في الكحول يتص الاول ويتركه اذا قطر مع الماء ويتص الاثير والكحول وكبريتور الكبرون والبروم أيضاً مع تصاعد حرارة

التشرب والامتصاص - اذا وضعت الاجسام المسامية في سوائل نفذت تلك السوائل في خلالها وهذه المسافات صغيرة جداً وبذلك تتبع السوائل قوانين الخاصية الشعرية وترتفع فيها أكثر من ارتفاعها بتأثير الضغط الجوي ويمكن مشاهدة ذلك بالتجربة الآتية المنسوبة الى (جن) وهي أن يفعل ثقب في كتلة من الطباشير ويثبت فيه أنبوبة من الزجاج ممتلئة بالهواء مغلقة الطرف العلوى ويوجد فيها من أسفل علامة من الزئبق بكمية فيها يتكوّن عنها ما فوق متر ذوهواء مضغوط ثم نضع كتلة الطباشير مع الانبوبة في الماء فيشاهد ارتفاع العلامة شيئاً فشيئاً وبعد مضي جملة أيام يرى ضغط أزيد من الضغط الجوي ثلاث أو أربع مرات

وليست الاجسام المعدنية فقط هي القابلة للتشرب بل الانسجة المتعضونة أيضاً خصوصاً بعد الموت ولكن هذه الانسجة لا تتعلق بالامتصاص بطبيعتها فقط لانها اذا كانت غير متجانسة اختلف امتصاصها بحسب السطح الامس للسائل وأغلب الجواهر المتعضونة تكون متشربة بكمية عظيمة من الماء في الحالة الطبيعية يمكن تجر يداعنها واعادتها اليها ثانية بتشرب الجوامد السوائل يزداد حجمها

ويقف التشرب عادة بعد زمن عندما يكون الجامد تشرب كمية كافية أى متى تشبع ومع ذلك فان الظاهرة يمكن أن تستمر اذا كان السائل مدفوعاً بضغط ناشئ مثلاً عن وزنه وفي هذه الحالة متى دخل من أحد جهات الجسم الجامد خرج من الجهة المقابلة وهذه هي قاعدة الترشيح فاذا كان في السائل بعض جزيئات جامدة فلا تنفذ معه بالتشرب ويخرج نقياً من الجهة الاخرى من المرشح

امتصاص الجوامد للغازات - فحم الخشب الذي وصل الى الدرجة الحراء لطرد الهواء منه وطفئ تحت الرزبق يكتسب خاصية امتصاص الغازات بكمية عظيمة فان السنتيمتر المكعب منه يمتص ١٧٨ سنتيمتر مكعب من غاز النوشادر و ١٦٦ سنتيمتر مكعب من حمض الكولورايدريك وهكذا ووزن الغازات الممتصة يكون متناسبا تقريرا مع الضغط وينقص كلما ارتفعت درجة الحرارة والمعدنيات متعة بهذه الخاصية فالبلاتين وخصوصا اسفنج البلاتين يمتص الغازات بقوة والفضة الاسفنجية تمتص الاوكسجين والحديد المنحني الى الدرجة الحراء الممتعة تمتص اوكسيد الكربون والالومنيوم والمنازنيوم والبلاديوم تمتص الايدروجين وخصوصا البلاديوم فانه يمتص كمية عظيمة منه الا انه يتكون عنها مركب حقيقي

### ذوبان الجوامد والغازات

ذوبان الجوامد في السوائل - أغلب الجوامد اذا وضع ملامسا لسائل معلوم استحتم الى السحولة بحيث يتكون عنها مخلوط متجانس وهذا هو الذوبان وهذه الظاهرة تكون معمومة عادة بان تنشأ كمية عظيمة من الحرارة ويمكن ان يحصل اتحاد بين الجامد ومذيبه والذوبان فيه تشابه عظيم مع السيجان الذي سنذكره فيما سيأتي في الحرارة

ذوبان الغازات في السوائل - اذا وضعت الغازات ملامسة للسوائل امتصت في الغالب وكونت مخلوطا سائلا يسمى الذوبان ويكون معموميا غالبا بتضاعف حرارة وكية الغاز المذاب بحجم من السائل تعلق بطبيعة الغاز والسائل وكذلك الحرارة والضغط

والمعنى بقابلية الذوبان للغاز بالنسبة للسائل حجم هذا الغاز المقاس في درجة الصفر وتحت الضغط ٧٦ سنتيمتر الذي يمكن أن يذويه لتر من السائل في الشروط عينها من الضغط والحرارة وهذه القابلية تنقص متى ارتفعت درجة الحرارة وفي الحالة التي لم يحصل فيها أدنى تفاعل كيميائي بين الغاز والسائل يحصل الذوبان بموجب القانونين الآتيين الاول منهما ذكره (هانري) سنة ١٨٠٣ والثاني (دالتون) سنة ١٨٠٥

فالاول - وزن الغاز الذي يذويه السائل في درجة حرارة معينة يكون متناسبا مع الضغط الذي يحدثه هذا الغاز على السائل بعد الامتصاص

والثاني - اذا وجد مخلوط جلة غازات مع سائل فكل منها يذوب بنسبة الضغط الذي يحدثه في حالة ما اذا كان منفردا وشاغلا وحده بحجم المخلوط



فهذان القانونان يدلان على أن المحلول يفقد جميع غازه إما في الفراغ أو في جو غير محدود من غاز مغاير لغازه وكذلك يحدث الغلي المستطيل النتيجة عنها والجوامد المصهرة بتأثير الحرارة يمكن أن تذيب الغازات فإن أكسيد الرصاص والفضة المصهرة يذيان الاوكسجين ومتى تجمدت الفضة تتركه يتصاعد وهي حالة التخضر

### مخلوط السوائل (الاممز)

مخلوط السوائل وتخلطها - بعض السوائل يكون غير قابل للزج حتى ولو بانخفض وذلك كالماء والزئبق وبعضها بخلاف ذلك أى انها تختلط بكل كمية متى مخضت مع بعضها وذلك بفرض أن ليس لها تأثير كيمائى على بعضها وفي هذه الحالة يشاهد نقصان في الحجم وذلك مشاهد في الكحول والماء وان لم يحصل تغير في الحجم فيمكن معرفة الوزن النوعى للمخلوط بسهولة من معرفة وزن السوائل المراد خلطها او وزنها النوعى وكذلك يعلم ان بعض السوائل لا يذيب البعض كميات من السائل الاخر فمثلا الماء لا يذيب الا  $\frac{1}{10}$  من وزنه من الايتير

وأما السوائل القابلة للزج فانها تترج ببعضها حتى لو وضعت فوق بعضها بالترتيب على حسب كثافتها بدون مخض وهذا هو التخلل فاذا فرضنا مثلاً اناء قاعه ممتلئ بالماء وأدخل فيه بلطف بواسطة بيبيت كمية من سائل أكثر كثافة ككحول ملحي مثلاً وترك الجهاز في مكان حرارته ثابتة وأخذ منه زئماً فزئماً مقدار قليل من ارتفاعات مختلفة من الاناء شوهد أن السائلين يختلطان ببعضهما شيئاً فشيئاً لانه يلزم أحياناً التماس الاختلاط جله أشهر ويشاهد الاختلاط بوضوح تام اذا وضع حمض الكبريتيك وصبغة عباد الشمس الزرقاء فوق بعضهما فان هذه الصبغة تستحيل الى حمراء ويشاهد انتشار هذا اللون شيئاً فشيئاً أعلى وأسفل السطح

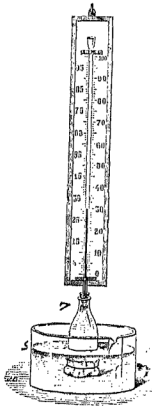
الفصل بين السائلين

وتجربة (جراهم) و (مارينيك) وغيرهما دلت على أن سرعة التخلل تختلف كثيراً باختلاف طبيعة الجواهر فلاجل المحاليل المخمية وزن الملح الذي يتخلل في زمن معين يظهر أنه يكون متناسباً مع درجة التركيز أعنى مع وزن الملح المذاب في كل ليتر من الماء خمسين في المائة على الأقل وسرعة التخلل تزداد بازدياد الحرارة أيضاً

وقد دلت التجربة على ان ملح الطعام والاملاح المعدنية والسكر والبولينا وجميع الجواهر المتباورة وبعض السوائل كحمض الكاوريايدريك والكبريتيك وغيرها أو كما شاهد (سنتكليرد فيل) ان الاجسام القابلة للذوبان حقيقة هي الاكثر قابلية للذوبان

وقد سماها (جراهام) الاجسام القابلة للتبلور وسميت الاجسام غير القابلة للتبلور بالجواهر التي لا تتخلل أو تتخلل قليلا وذلك مثل الزلال والتين والسكر المحروق والهلام وما شابهها أعنى الاجسام التي تتكون مع الماء هلاما وليس محلولاً حقيقياً

التخلل من خلال الغشاء (الاسموز) - اذا كان سائلان قابلان للاختلاط ببعضهما وفصل بينهما بغشاء عوزاعن وضعهما فوق بعضهما على حسب كثافتهما أمكن ان يختلطا أيضاً اذا كان أحدهما يندى الغشاء على الأقل وهذه الحالة المخصوصة من التخلل تسمى أوسموز



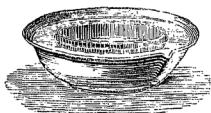
ش ١٦٧

وقد درسها (دوروشيه) بواسطة الاندوسمومتر المنسوب اليه وهو عبارة عن اناء صغير من الزجاج ح قاعه مكون من غشاء مسامى نافذة في سدادته أنبوبة مستقيمة رأسية (شكل ١٦٧) مقسمة الى أجزاء متساوية فاذا وضع الكؤل في هذا الجهاز الصغير ووضع في اناء د ممتلئ بالماء شوهذا ارتفاع السائل في الأنبوبة وفي الحقيقة حصل من خلال الغشاء تياران من السائل مختلفا الشدة والاتجاه لكن التيار الذي يتقدم من الظاهر الى باطن الجهاز هو الاكثراً شدة وزاد حجم السائل الباطن وتفسر هذه الظاهرة بفرض ان السائل الظاهر هو الذي يندى الغشاء فيمدخل في الجهاز بالتشرب ويلامس الآخر ويتشرب فيه كمشاهدنا واذا كان السائلان ينديان الغشاء يتولد تيار مزدوج والاسموز يشابه بكثرة التشرب ويكون منقاداً لقوائمه وكذلك الجواهر القابلة للتبلور تنفذ أكثر من الجواهر غير القابلة له

وسرعة النفوذ تختلف باختلاف طبيعة الغشاء وتزداد بازدياد الحرارة وبالتشرب تحصل جميع تغيرات السوائل في جميع الكائنات الحية وهذه الخاصية لها أهمية عظيمة في غوها

الدياليز - قد جعل هذا الاسم (جراهام) لطريقة مخصوصة من التحليل مؤسسة على تخلل السوائل و (الدياليزور) يتركب من اناء من الزجاج (شكل ١٦٨) قاعه مغلق بالورق غير المنشئ مشدود وجيدا وفيه يوضع طبقة رقيقة من مخلوط مكون من جسم قابل للتبلور وآخر غير قابل له ثم يوضع على اناء آخر ممتلئ بالماء فالجسم القابل للتبلور يتقدم من خلال الورق

ويتجه ليمزوب في الماء الخارج وأما غير القابل للتبلور فيبقى في الاناء الاول وبهذه الكيفية



ش ١٦٨

يمكن تحضير زلال الدم والبيبتون وأملاح  
وغيرها وكذلك أفضل السموم القابلة للتبلور  
كحمض الزرنيخوز والاستريكينين وغيرها عن  
غير القابلة للتبلور كالزلال والمواد المخاطية  
ونحوها التي وجودها يعيق البحث الطبي المحكي  
وهذه الطريقة مهمة لعدم خلط السائل الواقع  
عليه البحث بأى جوهر كشاف وقد طبق الدياليز  
(دوبرافنو) على استخراج السكر

### مخلوط واوسموز الغازات

اختلاط الغازات وتخللها - الغازات أكثر اختلاطاً ببعضها من السوائل بالنسبة  
لقابلية انتشارها ومهما كانت كثافتها فلا يمكن أن غازين يقيان موضوعين فوق بعضهما  
بدون اختلاط وقد أوضح هذا (برنولييه) بتوصيله قبايتين موضوعتين فوق بعضهما بواسطة  
أنبوبة ضيقة العليا تحتوي على الأيدروجين الذي هو أخف من الأيسر يدكر بونيك المحتوية  
عليه القبابية السفلى بخمسة عشر مرة والجهاز كان موضوعاً في كهف رصد حانة (باريس)  
لان حرارته ثابتة فبعد مضي زمن وجد أن القبايتين مملوءتان بمخلوط متجانس من الغازين  
وان الضغط لم يتغير

ومتى خلط كئتمان أوجله من غازات فان قوة المخلوط المرنة يعينها القانون الآتى الذى  
ذكره (دالتون) وليس هو الاتيمما لقانون (مربوط)

القوة المرنة لمخلوط غازى تساوى مجموع القوى المرنة لكل غاز على حدة اذا كان يشغل  
المسافة التى يشغلها المخلوط

والجربة التى فعلها (برنولييه) المذكورة آنفاً تحقق هذا القانون  
اوسموز الغازات - الغازات كالسوائل تختلط ببعضها اذا فصلت عن بعضها بغشاء  
مسامى وسرعة المرور تختلف بحسب طبيعة الغازات وتكون متناسبة الى القانون الآتى  
سرعة مرور الغازات المختلفة من خلال حاجز مسامى تكون على النسبة العكسية من  
الجذر التربيعى لكثافتها

ويمكن ايضاح هذه الخاصية للغازات بواسطة اناء مساحى يسد بسدادة مارة فيها انبوبة طويلة مستقيمة فيقلب الجهاز ويوضع طرف الانبوبة في سائل ملون فاذا غطى الاناء بناقوس ممتلئ بالايديروجين شوهد دخول الايديروجين في الاناء قبل خروج الهواء منه نظرا لخفقه ولازدياد الضغط يخرج الهواء من السائل على هيئة فقاعات من الجزء السفلي واذ ارفع الناقوس حصلت الظاهرة بالعكس فيخرج الايديروجين بسرعة أكثر من سرعة دخول الهواء ثانياً ويحصل فراغ جزئى فيرتفع السائل في الانبوبة بالمص

وتنفذ الغازات في بعض الاجسام التى ليس لها مسام واضحة والاعشبة السائلة وفي هذه الحالة يعتبر كأن السائل ذاب في الغشاء وتساعد ثانياً من الجهة الاخرى في المساقاة الخالية عن هذا الغاز ولهذا السبب تنفخ الفقاعة التى من رغبة الصابون الممتلئة بالهواء الموضوعة في الايديديكربونيك شيئاً فشيئاً حتى تنفجر

ومن المعادن كالحديد والحديد الظهر والبلاطين الواصل الى الدرجة الجراء ما يترك الغازات للورور كذا ذلك المعلم (كايه) بالتجربة وهو أن أخذ قطعة من ماسورة بدقية وسحبها في المسحاب ثم وضعها في فرن من فحم الخشب المتقد في درجة حرارة مرتفعة فشاهد أن قطعة الماسورة المسحوبة قد أخذت شكلها الاصلى وذلك ناشئ عن نفوذ الغازات المتصاعدة من البورة فيها وعلى هذه الخاصية يكون مضر اجلدا استعمال الوجاقات التى من الحديد الظهر عند ما تصل الى درجة الاحرار فان أكسيد الكربون ينفذ من المعدن ويتشرب في الهواء المحيط

الايتموليز - الاوسموزيسم لفصل جزء من الغازات غير المتساوية في الكثافة أو يزيد في المخلوط مقدار أحد الغازات المكونة له فهذا الانفصال الغازى بالتخلل يسمى ايتموليز فيمرر المخلوط الغازى في انبوبة من الحجر المساحى محاطة بالنبوبة من الزجاج يكون حاصلها فيها الفراغ دائماً

فالغازات الاخف تنفذ بسرعة من الانبوبة المسامية والمخلوط يصير محتويها على الغاز الأكثر ثقلاً فالهواء الجوى المار بكمية قدرها  $\frac{1}{2}$  ليتر في الساعة يمكن أن يحتوي على أربعة وعشرين في المائة من الاوكسيجين ويحصل الانفصال بسهولة عظيمة في المخلوط المكون من الاوكسيجين والايديروجين

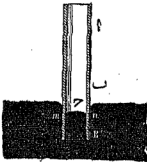
تخلل المحاليل الغازية - الاعشبة العضوية تترك الغازات ترم منها وتخلل هذه الاجسام له أهمية عظيمة في الفسولوجيا وكذلك يحصل الاوسموزيس في المحاليل الغازية فمثلاً في النفس

عند الانسان والحيوانات الارضية يحصل تبادل الغازات بين الهواء والدم ومن المعلوم ان جزءاً من حمض الكبريتيك مذاب في الدم والجزء الآخر في حالة الاتحاد وهذا ما يضاعف النظرية زيادة وفي تنفس الاسماك يحصل التبادل بين محلولي الدم والاكسجين المذاب في الماء

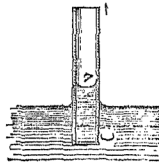
### الخاصية الشعرية

ظاهرة الخاصية الشعرية - يطلق هذا الاسم على بعض ظواهر ناتجة من ملاصقة الجوامد للسوائل وتشاهد على الاخص في أنابيب ذوات قطر ضيق جداً وهذه الظواهر التي تظهر أياها مختلفة لقوانين موازنة السائلات هي نتيجة جذب يحصل لمابين جزيئات السائلات في نفسها ولمابين هذه الجزيئات والاجسام الصلبة والجزء الذي يختص بها من الطبيعة يسمى الخاصية الشعرية

ومن المعلوم أن السطح العاري للسائل يكون عادة مستويا ولكن لا يكون الامر كذلك اذا كان ملاصقا لجدار جامدة فاذا كان السائل يندى الجدران كونه عند ملاصقته سطحاً منحنياً مقعراً من أعلى يسمى القرص المقعر ( شكل ١٦٩ ) في الانبوبة أ ب وهذا ما يشاهد في الماء والكحول ونحوهما مع الزجاج واذا كان السائل لا يندى الجدران فان السطح الانتهاء له يكون محدباً من أعلى ( شكل ١٧٠ ) في الانبوبة أ ب وهو القرص المحدب وذلك كالزئبق مع الزجاج والماء مع الاجسام الدسمة وأحياناً لا يتكون القرص وذلك نادر والسطح العاري يبقى مستويا الى أن يلامس الجدار وذلك كالماء مع الصلب المصقول والذي دل على تفسير هذه الظاهرة هو ( سيوتون )

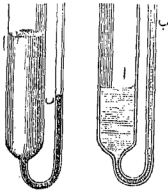


ش ١٧٠



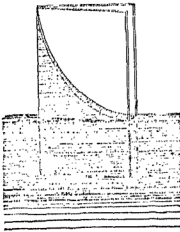
ش ١٦٩

ومعلوم لنا أيضاً أن سطح السائل العارى فى الاوانى المستطرفة ببعضها يكون فى مستو واحد أفقى وهذا القانون لا يكون أكيداً اذا كان أحد الانابيب مستديراً وشعرياً أى قطرها يشبه قطر الشعرة فيشاهد حينئذ أن السائل يرتفع زيادة فى الانبوبة الشعرية ب اذا نداها ويكون منخفضاً فيها اذا لم يندأ (شكل ١٧١) ويكون الامر كذلك اذا غمرت أنبوبة شعرية فى سائل كفاى (شكل ١٧٠) فيكون السطح مقعراً اذا كان من تفعأ ومحدباً اذا كان منخفضاً

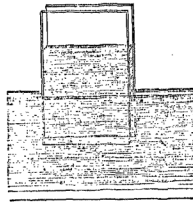


ش ١٧١

وكذا تحصل ظاهرة مشابهة لتلك بين صفيحتين متجاورتين لكن يكون الانخفاض والارتفاع أقل مما فى الانابيب واذا كانت الصفايح متوازية كفاى (شكل ١٧٢) فان السائل يرتفع أو ينخفض بكمية واحدة فى جميع امتدادها ومقدار الارتفاع يزداد بصغر المسافة بينهما واذا كانت الصفيحتان متلامستين بحافتين رأسيّتين (شكل ١٧٣) فان السائل يرتفع فى الزاوية الزوجية التى تتكون منهما بمقادير تزداد بالقرب من الحافتين المتلامستين وينتهى بقطع زائده متساوى الاضلاع



ش ١٧٣



ش ١٧٢

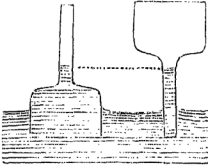
قوانين الظواهر الشعرية - قد دلت التجربة على أن الظواهر الشعرية تحصل فى الفراغ أو فى الهواء المضغوط كالحصول فى الضغط المعتاد وان الارتفاع والانخفاض لا يكونان على حسب عكس الوزن النوعى بل يكونان متعلقين بطبيعة الانبوبة والسائل حينئذ لا تكون الظواهر الشعرية ناشئة عن ضغط الهواء ولا الثقل ولا يمكن تفسيرها الا بتأثير الجزيئات

وأول من فسر النظرية هو (لاپلاس) ولا يمكن هنا إعطاء التوضيحات النظرية لذلك بل نختصر على القوانين التي تنقاد إليها

وهي ان الارتفاعات والانخفاضات في الانابيب يوضحها قانون (بحورن) وهوان ارتفاع أعمدة السائل الواحد يكون على النسبة العكسية من قطاع الانابيب

وهذا القانون صار تحقيقه بالنسبة للارتفاعات

والجربة دلت على ان ارتفاع السائل المرتفع يتعلق بقطر الأنبوبة فقط الى انتهاء السطح ولا يتعلق بشكلها في الجزء السفلي فمثلا اذا غر ناقوس صغير يعلوه أنبوبة شعرية فان السائل يرتفع فيه الى الارتفاع الذي يصل اليه اذا كانت الأنبوبة وحدها هي المغمورة كما في (شكل ١٧٤)

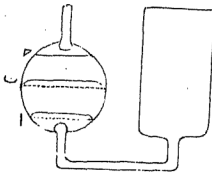


ش ١٧٤

وبين الصفيحتين المتوازيتين يكون ارتفاع السائل نصف ما يصل اليه في أنبوبة قطرها مساو للسافة بين الصفيحتين

فقانون (بحورن) ينطبق أيضا على الصفايح المتوازية لكن الارتفاعات تكون دائما أقل مرتين عما في الانابيب وسطح السائل بين الصفيحتين يكون أكثر ارتفاعا كلما كانت الصفيحتان أكثر قربا من بعضهما ويتضح ذلك بسهولة بالشكل الذي يدل عليه السطح بين صفيحتين مائلتين

زاوية التوافق - الزاوية التي يكونها سطح السائل مع الجدار الصلبة تكون دائما واحدة



ش ١٧٥

مهما كان شكل هذه الجدر وذلك كالزئبق والزجاج فان هذه الزاوية تكون نحوه ٩٠ درجة ويمكن تحقيقها بوضع الزئبق في الجهاز الصغير (شكل ١٧٥) ففي نقطة أ تكون حافة السائل رأسية وفي نقطة ب تكون مائلة نحوه ٩٠ درجة ومتى وصلت الى ج يفقد القرص أعلى هذا الحد ويصير مقعرا

التوتر السطحي للسائل - نظرية الطواهر الشعرية التي لا يمكن توضيحها هنا تدل على أن السطح العاري للسائل يكون دائما كأنه مغطى بغشاء رفيع مشدود ومن الصغ المرن

يغلفه بالتحكيم فيميل دائماً لاختذا الشكل الذي يكون عليه سطحه فيقال للقوة التي تحدث هذا التأثير التوتري السطحي للسائل

ويوجد جملة تجارب تساعد على وجود التوتري السطحي للسائل نذكر منها ما هو أكثر بساطة وهو إذا نفخت فقاعة من الصابون في طرف أنبوبة وتركت بعد ذلك ونفسها بدون انفصالها من الأنبوبة فتتوتر السطح بحيل حجم الفقاعة شيئاً فشيئاً ويطرد الهواء منها في الأنبوبة ويستبدل عليه بوضع لهب شمعة أمام فتحة هذه الأنبوبة

وإذا أخذت ورقة رقيقة قائمة الزوايا وجعلت على شكل علبة حافظتها مرتفعة بقدر سنتيمتر ثم ندى الجدران الطويلة بالماء ثم بعد جعلها مراًسين يصب الماء في باطن العلبة المذكورة فيشاهد في الحال انعطاف الجدارين المذكورين إلى الداخل ولأن الضغط المائي يميل إلى إبعادهما

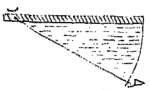
وإذا أخذنا ساقان صغيرتان من الخشب ذواتا طول واحد وموضعتان متوازيتين منضمتان من طرفيهما بخيطين من الحرير بحيث يتكوّن عنهما مربع فإذا غمر هذا الجهاز



ش ١٧٦

في سائل لزج مثل محلول الصابون السكّوي المضاف إليه قليل من الجليسرين ليتكوّن عنه سطح مستمر في جميع باطن المربع فان التوتر السطحي يقرب الساقين ويعطف الخيطين إلى الداخل على هيئة أقواس من دائرة (شكل ١٧٦)

وإذا أخذت صفيحة من الخشب أو من معدني أ ب (شكل ١٧٧) تعمل خيطين معدنيين أحدهما وهو أ ح منحني على هيئة قوس دائرة والآخر ب ح يدور حول نقطة



ش ١٧٧

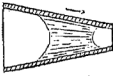
ب ثم تطلى الصفيحة أ ب والخيطة بسائل محتو على الجليسرين حتى يمكن ضمها بحويصلة مستمرة فإذا ترك الخيط ب ح ونفسه شوهذا أن التوتر السطحي يقربه من الصفيحة أ ب ونمّا عن تأثير النقل

واعتبار التوتر السطحي يسمّى بتفسير جميع الظواهر التي ذكرناها

الحركات الناشئة عن التأثير الشعري - من الظواهر التي تؤثر كالحركات الشعرية أنه إذا أخذت نقطة من سائل وأدخلت في أنبوبة مخروطية اتجهت نحو قعرها إذا كانت الأنبوبة منمادة وتبعد عن الماء تكن منمادة كإف (شكل ١٧٨) وهذه النتيجة تنهيم بسهولة إذا استعمل غشاء من موضوع على دائرة أنبوبة وذلك لأجل المقارنة فالجهد الذي يفعله هذا الغشاء



لاستقامته يكون أعظم كلما كان السطح أكثر انحناء والقوة العظمى تؤثر حينئذ على السطح الأكثر قرباً من القبة ويشاهد زيادة على ذلك ان الغشاء الذي يعمل للاعتدال بعد تغير شكله يجذب السائل في الحالة الاولى أى اذا كان منقاداً نحو قمة الانبوبة وبعده في الحالة الثانية أى اذا لم ينده



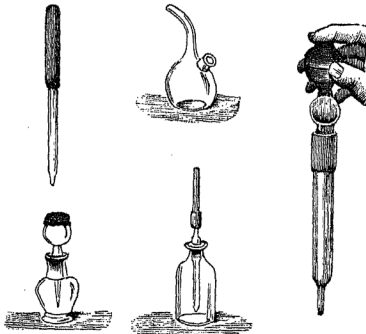
ش ١٧٨

وكذلك الكرتان السابجتان على سطح سائل تتجه احدهما الى الاخرى اذا كان السائل ينديهما معاً وذلك مثل الكرات التي من الفلين السابجة على سطح الماء ولم يندهما معاً وذلك مثل كرات الفلين على سطح الزئبق أما اذا ندى احدهما فقط حصل بينهما تنافر وذلك اذا وضع على سطح الماء كرتان من خشب الفلين احدهما مغطاة بطبقة من النيلج وتشاهد النتائج عينها في صفيحتين متوازيتين مثبتتين بمخافتهم العليا في غمدتين يسمحان لهما بالتقارب والتباعد

الاجسام السابجة بتأثير الخاصية الشعرية - متى وضع جسم صغير الحجم على سطح سائل لا ينديه فان التأثير الشعري قد يكون في بعض الاحيان قويا جدا حتى ننعمة من الانهيار رغما عن وزنه ويمكن تحقيق ذلك بوضع ابرة رفيعة على سطح الماء مع الاحتراس بعد ذلك كهاين الاصابع لتغطيتها بطبقة رقيقة من مادة دسمة ولهذا السبب يمكن بعض الحشرات المشى على سطح الماء لان أرجلها مدهونة بطبقة من المادة الدسمة يمكن رفعها بالغسل بالايثير ومتى زالت تلك المادة فقدت هذه الخاصية أيضا

السبجة ذات الفقاعات الهوائية - من الطواهر الشعرية ظاهرة غريبة دل عليها (جن) وهي انه اذا أخذت أنبوبة ضيقة محتوية على نقط مائية منفصلة عن بعضها بفقاعات هوائية فان جميع النقط تتكّون في الطرفين أقراصا مقعرة ذات شكل واحد وفضاعات الهواء تكون جميعها تحت الضغط الجوى فاذا وصل أحد أطراف الانبوبة بمستودع دى هوا مضغط والاخر مفتوح في الهواء المطلق فان الكرات القريبة من المستودع تبعد عنه بتأثير الضغط وأقراصها تنقر زيادة في الجهة المؤثر فيها الضغط المذكور وهذا التغير في الشكل يدل على أن كل نقطة لاستقلال الاجزاء من الضغط التي تقبله فيما أخذ حينئذ في النقصان شيئا فشيئا الى أن ينتهي الى جزء تكون فيه النقط غير متأثرة به لاني شكلها ولا في وضعها فالسبجة التي من هذا النوع يمكنهم أن تحمل ضغطا قدره اثنان أو ثلاثة جوي بدون أن تنقله ويمكنهم أيضا حفظ الفراغ

وتحصل الظاهرة عنهما أحيانا متى دخل الهواء في وعاء دموى قطره صغير ويعلم مما تقدم  
أن ضغط القلب لا يمكن أن ينتقل في هذه الحالة فتقف الدورة  
عدادات النقط - متى سال سائل من فتحة ضيقة كافية فإن السيلان يحصل نقطة  
فنقطة وكل من هذه النقط يكبر شيئا فشيئا ثم يختسق وينقطع على حافة الملامسة ومن المشاهد  
١ ان وزن نقط السائل يكون متناسبا مع محيط الفتحة  
٢ وزن نقط الفتحة يكون متناسبا مع التوتر السطحي للسائل  
وعدادات النقط مستعملة في الطب و (شكل ١٧٩) يدل على جملة أنواع منها وشكلها يدل  
على كيفية استعمالها



ش ١٧٩

(تم الجزء الاول ويليه الجزء الثاني وأوله الكلام على الكهر بائية)

فهرست

المجزء الاول

من

كتاب النزعة العقلية في الطبيعة الطبيعية

---

( فهرست الجزء الاول من كتاب النزعة العقلية في الطبيعة الطبية )

خطبة الكتاب	٢
تعريف الطبيعة	٣
تقسيم علم الطبيعة - المادة وخواصها - الحيز - عدم التداخل	٤
التجزى أى قابلية الانقسام - المسام	٥
استعمال المسام - قابلية الضغط - المرونة	٧
استعمال المرونة - التمدد - الانيرسيا أى القصور الذاتي - الخواص العامة للأجسام	٨
الخواص العامة للأجسام الصلبة - قابلية الانضغاط والمرونة	٩
قابلية الطرق والانسحاب	١١
المتانة - الخواص العامة للسوائل	١٢
الخواص العامة للغازات	١٥
الحركة واعتبارها - الحركة المنتظمة التغير وتزايد السرعة	١٦
الحركة الدورية - تعين الحركة بالرسم - جهاز الرسم	١٧
قياس شدة القوى	١٨
تركيب القوى المؤثرة على نقطة	٢٠
تركيب القوى المؤثرة على جسم صلب - القوى المتوازية	٢١
حالة مجموع أى قوى - المفاصل	٢٢
القوة الثابتة تحدث حركة منتظمة التغير - نسبة القوى الى السرعة والكتل	٢٤
شغل القوة - الآلات البسيطة	٢٥
الروافع	٢٦
السطح المائل	٣١
أهمية الآلات	٣٢
نظرية القوة الحية - الشدة	٣٣
المقاييس - فروع الوحدات	٣٤
آلات القياس - قياس الأطوال - القرنيه	٣٥
البرمة الميكرومترية	٣٨
الاسفيرومتر - آلة التقسيم	٣٩

(تابع فهرست الجزء الاول من كتاب النزعة العقلية في الطبيعة الطبية)

صفحة

- ٤٠ النشاقل - اتجاه الثقل
- ٤١ مركز الثقل
- ٤٢ مركز ثقل جسم الانسان
- ٤٣ موازنة الاجسام الكثيفة
- ٤٥ ميخانيكية الوقوف
- ٤٦ المشى - الجرى
- ٤٧ الاودوجراف - قياس الاززان والكتل - الموازين
- ٤٩ الميزان المعتاد
- ٥٢ أنواع الموازين - ميزان (روبرفال) - (ميزان كنتز)
- ٥٣ الميزان الرومانى أى القبان - التطبيقات الطبية للموازين
- ٥٤ سقوط الاجسام - تأثير الهواء فى سقوط الاجسام
- ٥٥ قوانين سقوط الاجسام - آلة (أود)
- ٥٧ جهاز (مورن)
- ٦٠ آلة (يوربوز)
- ٦١ البندول البسيط ونواميسه
- ٦٣ البندول المركب
- ٦٤ استعمال البندول كنظم للساعات الدقاقة
- ٦٥ شدة الثقل
- ٦٦ تشابه الثقل والجذب العام - الايدروستاتيك
- ٦٨ المكبس الايدروليكي
- ٦٩ الضغط الناشئ عن تأثير الثقل وحده - تغير الضغط مع الارتفاع
- ٧٠ تساوى الضغط فى جميع الجهات لسطح مستو - استواء الاسطحه العنارية
- الضغط الواقع على أى جزء - الضغط من أسفل الى أعلى
- ٧١ الضغط من أعلى الى أسفل
- ٧٢ الضغط على القاع غير الافقى
- ٧٣ البارالمائى - موازنة السائلات فى الاوانى المستطرفة ببعضها

(تابع فهرست الجزء الاول من كتاب النزهة العقلية في الطبيعة الطبية)

صفحة	
٧٤	السطح الفاصل بين سائلين
٧٥	تطبيق الاواني المستطرقة ببعضها
٧٦	قاعدة ارشميد
٧٨	السباحة وحركة الاسماك
٧٩	الوزن النوعي والكثافة
٨٢	الايرومترات - اريومتر (بيكولسن)
٨٣	اريومتر (فرانكيت)
٨٤	اريومتر (بوميه)
٨٥	الايرومتر المئيني (ليبلويسالك)
٨٦	مقياس الجيوم والكثافات - مقياس الكثافة (لروسو)
٨٧	مقياس الكثافة (لباكيه) مقياس اللبن
٨٨	جدول الاوزان النوعية للسوائل والمواد
٨٩	موازنة الغازات - كثافة الهواء - الضغط الجوي
٩١	تجربة (تورسالي)
٩٢	البارومترات
٩٣	البارومتر المعتاد - البارومتر ذو الطشت
٩٤	بارومتر (فورتن)
٩٥	البارومتر ذو المص
٩٦	البارومتر ذو وجه الساعة
٩٧	البارومترات المعدنية - تصلح القياسات البارومترية - قياس الارتفاعات بواسطة البارومتر
٩٨	تأثير الضغط الجوي وتنوعاته
٩٩	تطبيق قاعدة (ارشميد) على الغازات
١٠٠	تأثير الدفع على الاوزان وعلى سقوط الاجسام - القباب الطائرة
١٠١	مانعة السقوط
١٠٢	قانون (هيوط)

(تابع فهرست الجزء الاول من كتاب النزعة العقلية في الطبيعة الطبية)

١٠٣	تحقيق قانون (مريوط)
١٠٤	قانون (مريوط) غير محكم
١٠٥	المانومترا - المانومتر ذو الهواء الخالص
١٠٦	المانومترا المعدة لقياس ضغط الدم - الهيمودينامومتر
١٠٨	هيمومتر (ماجندي) - كاردومتر (كاوت برنار)
١٠٩	المانومتر المكافئ المنسوب الى (ماريه) - المانومتر الاختلافي (لكاوت برنار) -
	المانومتر ذو الهواء المضغوط - المانومتر المعدني
١١٠	الكيموجراف المنسوب الى (فيك)
١١١	البولي جراف
١١٣	مقياس الاحجام
١١٤	الآلات المفرغة وآلات الضغط
١١٧	حد الفراغ - استعمال جسمي الطلبة
١١٨	المانومتر - طريقة (باينييه)
١١٩	الآلة المفرغة الرئوية
١٢١	تطبيقات الهواء المتخلل والمضغوط - المحاجم
١٢٢	الايدرو ديناميك
١٢٣	انقباض سلسول السائل - تركيب سلسول السائل
١٢٤	تأثير الاناييب - الخراطيم - السيلان من الاناييب
١٢٥	السيلان من الاناييب الشعرية - تأثير الاناييب المرنة
١٢٦	كيفية سير الدورة
١٢٧	الهيموايدرومتر
١٢٨	قوة الدم في المجموع الشرياني
١٢٩	النض - الاسفنجوجراف
١٣٠	الطلبات - الطلبة الماصة
١٣١	الطلبة الكابسة
١٣٢	الطلبة الماصة الكابسة - طلبة الحريق

(تابع فهرست الجزء الأول من كتاب النزعة العقلية في الطبيعة الطبية)

١٣٣	التطبيقات الطبية - الحقن - الكليزوبومب - حاقن (اجيزيه)
١٣٤	أجهزة نقل الدم - الحاقن
١٣٥	جهاز (ريشاردسون)
١٣٦	الأجهزة الخاصة - جهاز (ديولا فوا)
١٣٧	المصصات
١٣٨	السيلان ذو السرعة الثابتة - التطبيقات الطبية للمصات
١٤١	اناء (مربوط) - البنييت
١٤٢	تأثير الجزئيات - الجذب بين جزئيات الجوامد - ميلل السوائل والجوامد للسوائل
١٤٣	امتصاص الجوامد بالجوامد - امتصاص الجوامد السوائل - التشرب والامتصاص
١٤٤	امتصاص الجوامد للغازات - ذوبان الجوامد والغازات - ذوبان الجوامد في السوائل - ذوبان الغازات في السوائل
١٤٥	مخلوط السوائل (الاسموز)
١٤٦	التخلل من خلال الغشاء - الدياليز
١٤٧	مخلوط وأوسموز الغازات
١٤٨	الايتموليز - تخلل المحاليل الغازية
١٤٩	الخاصية الشعرية
١٥٠	قوانين الظواهر الشعرية
١٥١	قانون (جورن) - زاوية التوافق - التوتر السطحي للسائل
١٥٢	الحركات الناشئة عن التأثير الشعري
١٥٣	الاجسام السابجة بتأثير الخاصية الشعرية - السجة ذات الفقاعة الهوائية
١٥٤	عدادات النقط











Bibliotheca Alexandrina



0573491